



PROBLEMAS AMBIENTALES Y ALTERNATIVAS HACIA LA SUSTENTABILIDAD EN AGUA, ALIMENTACIÓN Y RESIDUOS

Serie: "Investigación y Desarrollo para la
Regiones de Oaxaca, México"

Coordinadores Académicos

Dra. Ana Luz Ramos-Soto
Dra. Patricia S. Sánchez Medina
Dra. Elia Méndez García
Dr. Jovany Sepúlveda Aguirre

Problemas ambientales y alternativas hacia la sustentabilidad en agua, alimentación y residuos

Serie

Investigación y desarrollo para las regiones de Oaxaca – México

Coordinadores Académicos

Dra. Ana Luz Ramos-Soto

Dra. Patricia Soledad Sánchez Medina

Dra. Elia María del Carmen Méndez García

Dr. Jovany Sepúlveda Aguirre



RED INTERNACIONAL
DE INVESTIGACIÓN EN
EMPENDIMIENTO
SOCIAL E INNOVACIÓN



ANFECA
ASOCIACIÓN NACIONAL DE FACULTADES Y
ESCUELAS DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN

Este libro es resultado de investigación teórico - empírica en tópicos de relevancia e interés global, en el que se analizan críticamente grandes desafíos en torno a la sustentabilidad. Desde una perspectiva interdisciplinaria, se compilan los aportes de investigadores y académicos para proponer soluciones reales, sustentables y adaptadas a las realidades de las regiones de Oaxaca – México.

Problemas ambientales y alternativas hacia la sustentabilidad en agua, alimentación y residuos. Ramos-Soto, Ana Luz; Sánchez Medina, Patricia Soledad; Méndez García, Elia María del Carmen; Sepúlveda Aguirre, Jovany (Coord. Académicos). Medellín: Knowledge & Sciences / Sello Editorial Corporación Universitaria Americana.

368 páginas 16 x 23

Incluye bibliografía

ISBN: 978-958-53886-8-0

DOI: 10.5281/zenodo.15310831

1. Oaxaca, México - 2. Sustentabilidad - 3. Medio ambiente - 4. Investigación - 5. Desarrollo

Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia
CDD 631.7 ed. 23

© Ana Luz Ramos-Soto

© Patricia Soledad Sánchez Medina

© Elia María del Carmen Méndez García

© Jovany Sepúlveda Aguirre

Problemas ambientales y alternativas hacia la sustentabilidad en agua, alimentación y residuos

Serie Investigación y desarrollo para las regiones de Oaxaca – México

ISBN: 978-958-53886-8-0

Knowledge & Sciences / Sello Editorial Corporación Universitaria Americana.

Editores

Dr. Jovany Sepúlveda-Aguirre

Dra. Ana Luz Ramos-Soto

Carátula

Laura Irene Gaytán Bohórquez

Diagramación

Eduardo Andrés Murillo P.

1ª edición: abril de 2025

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro por cualquier proceso reprográfico o fónico, especialmente por fotocopia, microfilme, offset o mimeógrafo.

Ley 23 de 1982 (República de Colombia)

Este libro es producto de investigación desarrollada por sus autores. Fue arbitrado bajo el sistema doble ciego (double blind) por expertos en el campo de conocimiento para asegurar su calidad, pertinencia y aporte de nuevo conocimiento.

Pares evaluadores

DRA. ADRIANA PATRICIA ARBOLEDA LÓPEZ

Docente Investigadora, Clasificada en categoría SENIOR del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Profesora titular Universidad de Medellín y Corporación Universitaria Americana.

Dr. DIEGO ALEJANDRO CORREA CORREA

Doctorado Universidad Pontificia Bolivariana, docente Investigador clasificado en categoría Asociado del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia.

Contenido

9 Prólogo

12 Presentación

14 Sobreexplotación de las Cuencas Hidrológicas de Oaxaca, 1970 – 2020

Guadalupe Minerva Torres Alfaro; Erika Celestino Martínez; Nayeli Itzel Beltrán García; Evelia Rojas Alarcón

31 El metabolismo social como herramienta para el análisis de la gestión comunitaria del agua

Aranza Aseret García Córdova; Elia María del Carmen Méndez García

53 Diagnóstico de disponibilidad del recurso hídrico para el proyecto ejecutivo del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec

Jorge Antonio Silvestre Acevedo Martínez; Maricela Castillo Leal; Julita Moreno Avendaño; Erick Méndez Díaz

69 Aprendizaje comunitario del ferrocemento con enfoque de sustentabilidad hídrica

Valentín Juventino Morales-Domínguez; Manuel Dino Aragón Sulik; Margarito Ortiz Guzmán

81 Fortalecimiento de la cultura del agua: un caso de estudio en Oaxaca, México

Itzel Yolanda González Caballero; Juan Regino Maldonado; María de los Ángeles Ladrón de Guevara Torres; Laura Lourdes Gómez Hernández

99 Bioenergía en el nexo agua, energía y alimentos (WEF) en San Agustín de los tordos, Irapuato, Guanajuato, México

María del Rosario Reyes-Santiago; Patricia S. Sánchez-Medina; Ana Elizabeth Maruri Montes de Oca; Maribel Hernández Rosales

113 La producción del pulque, una práctica ancestral y sostenible

Julita Moreno Avendaño; Ana Luz Ramos-Soto; Fernanda García Santiago; Úrsula Acevedo-Florez; Jovany Sepúlveda Aguirre

128 Alimentación local y resistencia a la globalización alimentaria: caso de la Escuela Primaria Fraternidad

Imanol López Pérez; Elvira Iveth Pérez López; Luz María Blas Lavariega

143 El papel de los quelites en la soberanía alimentaria de Zaragoza, Siniyuvi, Putla, Oaxaca: conocimientos, prácticas y percepciones de mujeres indígenas

Martha Roxana López Pérez y María Eufemia Pérez Flores

163 Las microalgas como soporte de la sustentabilidad: diseño de sedimentador

Santiago Martínez Lizbeth

174 Programa de Campo Limpio como estrategia para reducir impactos al medio ambiente y la salud: experiencia en el Ingenio Pujiltic, Chiapas, México

Evangelina Jasso Romero; Ada Alejandra Gómez Guzmán; Imelda Rosana Cih Dzul; Arturo Moreno Hernández

193 Hacia estrategias de economía circular para mitigar impactos ambientales del reciclaje de residuos

Adriana Osorio-Montesinos; Eduardo Méndez-León; María del Rosario Reyes-Santiago; Patricia S. Sánchez-Medina

215 Gobernanza ambiental local en la gestión de residuos sólidos urbanos: el caso de Santa María Coyotepec, Oaxaca

Haidi Medina Martínez; Elia María del Carmen Méndez García

237 Resignación al sufrimiento ambiental en territorios malsanos: el caso de la crisis de la basura en Oaxaca

Thania Daniela Romero-Vásquez; Elia Méndez-García; Patricia S. Sánchez-Medina

262 Gestión de residuos sólidos urbanos: importancia de la participación ciudadana y contextos locales

Laura Lourdes Gómez-Hernández, Alma Verónica González-Pérez

274 Comportamiento proambiental para reciclar PET en jóvenes universitarios en San Luis Potosí

Asanthly Crisdel Mendoza Barajas, Beatriz Virginia Tristán Monrroy, Briseida Oliva Rojas, Gabriela Monserrat Hernández Saldaña y Martínez Aguilar Marcos Francisco

300 Informe de metodología participativa con un enfoque sustentable en el contexto del cambio climático, el medio ambiente y su relación con el megaproyecto del “corredor interoceánico” en la región del Istmo de Tehuantepec.

Xochitl Edith Bautista García, Laura Irene Gaytán Bohórquez, Teresa Guadalupe Antonio Cruz, Yessenia Fabiola López De Jesús

320

**Una mirada crítica al discurso ambientalista del
posdesarrollo y el neoextractivismo**

Marco Antonio Vázquez Flores

334

**Herramientas de gestión ambiental para el desempeño
sustentable del ecoturismo comunitario. Un estudio de
caso en la Sierra de Juárez, Oaxaca**

Sela Yanet Raymundo-Allende, Patricia S. Sánchez-Medina, Elia María
del Carmen Méndez-García, María del Rosario Reyes Santiago

354

**Innovación gubernamental y sustentabilidad urbana: el
Estado frente a tensiones y desigualdades urbanas**

Mario E. Sánchez López, Patricia S. Sánchez-Medina, Manuel Chávez
Ángeles

Prólogo

Las ideas y preocupaciones que han gestado el libro: “*Problemas ambientales y alternativas hacia la sustentabilidad en agua, alimentación y residuos*” han surgido principalmente por dos intereses: El primero es construir una mirada integradora entre los problemas ambientales y las alternativas a ellos mismos. Es decir, construir esperanza ante la crisis ambiental desde los cuerpos sociales organizados, que construyen vías de comunicación e inciden proponiendo estrategias y alternativas de solución. El segundo, es integrar una comprensión amplia sobre nuestra relación como sociedad con la naturaleza, en particular, a través de las fases del metabolismo social. Esto es, que la materia y energía que extraemos del entorno natural no es la misma que excrementamos después del proceso de producción y consumo.

Si partimos de la comprensión amplia de la crisis ambiental, se podrá advertir que también implica poner atención en la manera de plantear el problema. Si se aplica una perspectiva parcial, desde una particular disciplina, la respuesta también será parcial. El reto desde finales del siglo pasado es construir problemas de investigación que respondan a la complejidad de la realidad, por ello, se hace necesario integrar el saber de diferentes disciplinas, que no solo aporten su mirada particular, sino que se abran a construir un verdadero diálogo de saberes, que implica la apertura a pensar el objeto de investigación desde implicaciones diversas. Ese es el sentido que tiene el convocar para la construcción de

los capítulos de este libro, pensando en las relaciones que guardan los procesos de extracción de recursos vitales para la reproducción social como es el agua; así como rastrear su transformación en alimentos y la generación de residuos sólidos que se devuelven a los ecosistemas.

El agua se emplea para la satisfacción de una necesidad humana vital: satisfacer la sed, sin embargo, hacerlo resulta un desafío en términos del acceso a agua limpia propicia para beber. Nuestra realidad es que ahora el satisfacer esta necesidad implica un gasto oneroso, bien sea comprada en purificadoras o proveniente de empresas dedicadas a su potabilización y ofrecerla con las características para consumo humano. No obstante, el acceso al agua, a pesar de ser un derecho humano, no está asegurada para amplias capas de la población.

El agua también es necesaria para los procesos de producción de bienes para la reproducción social. Todos los procesos productivos requieren agua, sin embargo, uno se destaca: los alimentos. Es sabido que la agroindustria es la actividad productiva que más agua consume. Los alimentos que ofrece tienen muchos cuestionamientos sobre el impacto en la salud humana por los procesos productivos: el empleo de organismos genéticamente modificados, los conservadores, azúcares y grasas añadidas. También se ha establecido la relación entre el consumo de comida procesada y las enfermedades del síndrome metabólico como diabetes mellitus tipo 2, hipertensión y dislipidemias, que en nuestro país ha alcanzado cifras muy altas y

con particular preocupación en la infancia que padece sobre peso y obesidad.

La alimentación es un proceso vital del cual depende la vida humana; es claramente una necesidad básica y un derecho humano para que toda persona pueda tener acceso a alimentos nutritivos, sanos y suficientes. Sin embargo, tampoco este derecho está asegurado para la población mundial, ni para la nacional. La alimentación industrial conlleva otro problema ambiental grave: por un lado, la generación de residuos sólidos por los empaques y embalajes, y, por otro lado, por el desperdicio de alimentos. En el primer caso, los plásticos de empaques, el PET están en los tiraderos a cielo abierto, sin procesos de reciclaje, aunque también se ha documentado su presencia en el mar (islas enteras de residuos plásticos en los océanos). Del segundo caso, al tirar alimentos, también se desperdician grandes cantidades de agua que se empleó en su producción y circulación.

Al final de estos procesos productivos y de consumo, la materia y energía usadas son desechadas al ambiente, sin la posibilidad de volver a tener acceso a los recursos naturales que fueron usados al inicio del proceso. Desde esta problemática, es decir, desde el conjunto de condiciones y procesos interrelacionados, se puede comprender con más profundidad la crisis ambiental de la cual sufrimos sus efectos y de la cual también participamos. En este sentido, este libro se interesa por ofrecer reflexiones desde una perspectiva integral de los problemas ambientales.

En este sentido, es necesario comprender las relaciones que conectan procesos tan básicos como beber agua limpia o tener la posibilidad de alimentarnos con seguridad y de forma sana aún en medio de la crisis ambiental, permitiendo un diagnóstico más complejo de ella, y a la vez, nos ofrece la posibilidad de visualizar las iniciativas de diferentes cuerpos sociales que están gestando alternativas, que constituyen esperanza y son susceptibles de replicar. Es por ello por lo que se visualizan en el capítulo las problemáticas ambientales y las propuestas y alternativas gestadas en los ámbitos locales, muchos de ellos bajo formas culturales de pueblos originarios, de los cuales se puede aprender de la experiencia.

En este sentido, la gobernanza hídrica en comunidades de la Sierra Juárez se presenta como un proceso que está construyendo justicia ambiental, donde la gestión comunitaria del agua involucra a diferentes autoridades preocupadas por cuidar el recurso natural, así como asegurar el acceso general y equitativo de la población. De esta manera, en el texto se expone el trabajo colaborativo en que la comunidad confía en la academia para solicitar apoyo y de esta manera realizar los análisis de calidad de agua. Este aspecto no es menor, ya que representa la vinculación entre centros de investigación, universidades y autoridades municipales y comunales para resolver necesidades concretas que garanticen la inocuidad del agua para la comunidad.

Dentro de los estudios sobre alimentación, se destaca el papel fundamental que

desempeñan las mujeres no solo como productoras de alimentos, sino comprometidas con el cuidado del ambiente de donde obtienen los recursos alimentarios. También exponen el panorama que se les presenta ante los problemas que trae la globalización alimentaria; frente a la cual, despliegan estrategias para sostener una alimentación sana.

Sobre las consecuencias atroces de los residuos sólidos retornados a los ecosistemas, se presentan investigaciones que analizan los procesos gubernamentales guiados por la respuesta inmediata a la problemática de la basura, que a largo plazo creó territorios malsanos, donde las poblaciones despliegan resignación al sufrimiento ambiental. El caso abordado resulta emblemático ya que se trata de un relleno sanitario que en realidad funcionó como tiradero a cielo abierto y que funcionó casi veinte años más del tiempo para el cual fue construido. Durante este tiempo, se permitió el uso habitacional en su entorno y se conformaron territorios de sacrificio ambiental, donde la gente sufrió la quema continua de basura, las especies nocivas, los lixiviados. Al cierre del basu-

tero, los problemas ambientales no cesaron, ya que el confinamiento no elimina los lixiviados que persisten con las lluvias y que, de acuerdo con estudios geohidrológicos, están contaminando las aguas subterráneas de las que se extrae el agua para los municipios cercanos. No obstante, la búsqueda de justicia ambiental continua a pesar de la indiferencia gubernamental y prevalecen las articulaciones de organizaciones de la sociedad civil y universidades.

Finalmente, este texto aporta al debate de la búsqueda de alternativas a los problemas ambientales, enfatizando la visibilidad de la relación entre la extracción de recursos, su transformación, circulación, consumo y excreción. Asumir que todas nuestras actividades de producción y consumo pasan necesariamente por el metabolismo entre naturaleza y sociedad se convierte en un acto ético e implica un compromiso con el cuidado del entorno natural del que depende la reproducción de la vida.

Dra. Elia María del Carmen Méndez García

Profesora investigadora
Instituto Politécnico Nacional

Presentación

El análisis de los aspectos medioambientales cobra mayor relevancia a partir del año 1987 con el informe Brundtland, pero no es sino hasta la actualidad, derivado principalmente de diversos fenómenos naturales de gran magnitud que han impactado al mundo, que varios sectores de la sociedad, incluido el académico, han puesto atención en atender y encontrar soluciones a las dificultades que enfrenta el entorno ambiental.

Este libro titulado *“Problemas ambientales y alternativas hacia la sustentabilidad en agua, alimentación y residuos”* propone una serie de alternativas sustentables a diferentes problemas ambientales que atañen a comunidades de México, localizadas principalmente en el centro y sur del país, a través de los veinte capítulos que componen la obra, el texto invita a reflexionar sobre la importancia de realizar prácticas sustentables encaminadas a mitigar el impacto negativo hacia el ambiente natural. Cada capítulo representa el compromiso que como académicos tenemos para atender las dificultades ambientales con miras a alcanzar un desarrollo sustentable, mejorando la calidad de vida, disminuyendo los impactos ambientales y promoviendo iniciativas económicas viables a través del uso eficiente de los recursos naturales.

El libro se ha organizado en cinco secciones, la primera compuesta por seis (6) capítulos, los cuales abordan un tema de vital importancia para la supervivencia humana y que tiene que ver con el abas-

tecimiento del agua, considerando principalmente su disponibilidad y gestión para la distribución equitativa del recurso, estos capítulos introducen al lector a la importancia de implementar estrategias encaminadas a fortalecer la gobernanza hídrica en comunidades rurales del país.

La segunda sección está integrada por cinco (5) capítulos, en los cuales se visibiliza, por un lado, el papel de la mujer como productora de alimentos, protegiendo en este proceso el medio ambiente y garantizando la sustentabilidad, y por otro lado a través de estos capítulos los autores plantean el desarrollo de estrategias sustentables aplicadas al fortalecimiento de la alimentación, con la intención de obtener alimentos naturales que prevalezcan sobre la globalización alimentaria.

En la tercera sección se presentan cinco (5) capítulos, los cuales analizan la generación de residuos sólidos urbanos que, sin una gestión adecuada impactan negativamente en los ámbitos ambiental, social y económico, por tanto, los autores profundizan en la importancia de analizar la problemática de desechos sólidos urbanos desde la óptica de los gobiernos locales, así como el diseño de estrategias encaminadas a la identificación de impactos ambientales derivados del reciclaje y el análisis de actitudes y valores que incentiven el cuidado ambiental, con miras a mitigar los efectos de los residuos.

Cuatro (4) capítulos componen la cuarta y quinta sección del libro, los primeros dos capítulos plantean un análisis integral en

relación con el tema de la sustentabilidad, y que tiene que ver con la identificación de diversas problemáticas ambientales que pueden intensificarse a partir de la puesta en marcha de proyectos como el del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT), además de abordar una crítica a la noción de desarrollo y los últimos dos capítulos se desarrollan en el ámbito del ecoturismo y urbanismo, aludiendo a la importancia de encontrar soluciones que minimicen el daño ambiental provocado en estos contextos, se propone el uso de herramientas de gestión ambiental y la innovación gubernamental como estrategias para alcanzar una gestión ambiental más eficaz y sustentable.

Finalmente, este libro no solo ilustra de forma detallada la situación ambiental en diversas comunidades del centro y sur de México, sino que brinda a través de estrategias y/o herramientas la solución a las problemáticas detectadas, y permite vislumbrar la situación actual de la sustentabilidad y los retos actuales para alcanzarla, por lo que esta obra es un referente clave para diferentes sectores pues la sustentabilidad es un tema necesario, que conlleva a un trabajo colaborativo e interdisciplinario.

Dra. Patricia S. Sánchez Medina

Profesora-Investigadora
Instituto Politécnico Nacional,
CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca.

Sobreexplotación de las Cuencas Hidrológicas de Oaxaca, 1970 – 2020

Guadalupe Minerva Torres Alfaro¹;
Erika Celestino Martínez²; Nayeli
Itzel Beltrán García³; Evelia Rojas
Alarcón⁴

Resumen

El agua es vital para la vida de todo ser vivo en la tierra y su poca disponibilidad abre peligros ecológicos y humanos; por ello, su estudio es relevante. Todo el mundo enfrenta desafíos por abastecimiento, sobreexplotación y contaminación. El objetivo central de este capítulo es analizar la sobreexplotación en las cuencas hidrológicas a partir del método deductivo, que se caracteriza por plantear una premisa, que permita el entendimiento de un fenómeno

social y construir una propuesta lógica y razonada de los hechos analizados. La hipótesis planteada en este trabajo fue: la sobreexplotación de las cuencas hidrológicas seguirá en aumento si no hay un cambio en los patrones de extracción y consumo del agua. Hecho el estudio se conoció que la sobreexplotación de las cuencas hidrológicas se debe a la intensificación en la extracción de agua por actividades industriales, a las concesiones de agua, a la subordinación alimentaria a las grandes corporaciones y a la ganadería intensiva, así como a las concentraciones poblacionales, provocando que haya menos agua disponible para la población y los ecosistemas. En el caso de Oaxaca, los pobladores tienen menos acceso al agua porque no cuentan con la infraestructura necesaria para hacerles llegar el líquido vital a los hogares y es necesaria la implementación de estrategias enfocadas a los sectores vulnerables de la región, a través del fortalecimiento de la gobernanza del recurso hídrico mediante los Consejos de Cuencas, la participación inclusiva y la implementación de políticas que prioricen los derechos al agua como bien común.

Palabras clave: agua, Consejos de cuenca, gestión, Oaxaca, participación ciudadana.

1 Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas – Instituto Politécnico Nacional; Bióloga Marina de la UABCS; Especialista en el Uso, Manejo y Conservación de Recursos Naturales; Profesor Titular del IPN; Gestión del Capital Natural con Enfoque Ecosistémico; La Paz, Baja California Sur, México. E-mail: gmtorres@ipn.mx; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9183-9834>.

2 Docente e investigadora de tiempo completo de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. Licenciada en Economía de la misma casa de estudios, Maestra en estudios en Relaciones Internacionales, Estudios doctorales en Estudios Latinoamericanos por la UNAM. E-mail erika_celestino@yahoo.com.mx, eccelestino@ipn.mx. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2691-3419>.

3 Licenciada en Economía y Maestrante en la Maestría en Ciencias en estudios interdisciplinarios para el estudio de las Pymes, E-mail: naye-belgar@gmail.com, ORCID <http://orcid.org/0009-0002-1442-8780>.

4 Licenciada, maestra y doctora en Economía y doctora en Educación, profesora investigadora de tiempo completo del Instituto Politécnico Nacional Unidad UPIICSA, pertenece al cuerpo académico de la Maestría en Ciencias en estudios interdisciplinarios para el estudio de las Pymes y del Doctorado en Gestión y Políticas de Innovación en la CDMX, E-mail: crojasa@ipn.mx, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-0742-639X>.

Overexploitation of the Hydrological Basins of Oaxaca, 1970 - 2020

Abstract

Water is vital for the life of all living beings on earth and its low availability opens ecological and human hazards, therefore, its study is relevant. Every country around the world faces sourcing challenges, overexploitation, and pollution. The main objective of this chapter is to analyze overexploitation in hydrological basins using the deductive method, which is characterized by stating a premise that allows the understanding of a social phenomenon and building a logical and reasoned proposal of the analyzed facts. The hypothesis put forward in this work is: overexploitation of watersheds will continue to increase if there is no change in water production and consumption patterns. The hypothesis put forward in this work is: overexploitation of watersheds will continue to increase if there is no change in water production and consumption patterns. Among the obtained results, it was found that the overexploitation of watersheds is due to the intensification of water extraction by industrial activities, water concessions, the subordination of food to large corporations and intensive livestock farming, as well as population concentrations, causing less water to be available for the population and ecosystems. In the specific case of Oaxaca, the population have less access to water because they do not have the necessary infrastructure to deliver the vital liquid to their homes and the

implementation of strategies focus on the vulnerable sectors of the region are necessary, through the strengthening of water resource governance by means of the Consejos de Cuencas, inclusive participation and the implementation of policies that prioritize water rights as a common good.

Keywords: water, Consejos de cuenca, management, Oaxaca, civic participation.

Introducción

Las cuencas hidrológicas son fundamentales para la reproducción social y el metabolismo natural. El objetivo de este capítulo es mostrar la importancia de estos espacios geográficos y su acelerada sobreexplotación en las últimas décadas en el mundo, en México, y particularmente, en Oaxaca.

Marco de referencia

En México, la sobreexplotación de agua es grave, tanto en aguas subterráneas como en las superficiales. En las últimas dos décadas hay un aumento de sobreexplotación acelerada de las cuencas hidrológicas y los mantos acuíferos; aunque la Zona Sur tiene de manera natural más agua, también hay problemas de contaminación y sobreexplotación, problemas asociados a la falta

de infraestructura, a la agroindustria, las concesiones y al turismo. En la Zona Norte del país los problemas son más graves porque de origen hay menos agua, en referencia al Sur, al mismo tiempo que las actividades industriales, mineras, maquiladoras y actividades extractivas están más desarrolladas en esta zona del país, lo que provoca problemas de sequía y escasez. En Oaxaca, la fuente principal de agua dulce proviene de las cuencas hidrológicas, que han sido administradas en un periodo de 50 años bajo dos formas de gobierno: la primera centralizada por el Estado y la segunda, de 1982 a la fecha, gestionada por los Consejos de Cuencas, mediante los cuales se intentó detener el problema de su sobreexplotación, contaminación y disponibilidad del agua, ampliando la participación en la gestión del agua de las cuencas a la comunidad y a otros actores involucrados en el manejo del recurso.

Metodología

El método empleado fue el deductivo, en el que las indagaciones generales llevaron a afirmaciones específicas.

Resultados

Como resultado de la investigación, se observa que la sobreexplotación de las cuencas hidrológicas está asociada a la intensificación en la extracción de agua por actividades industriales, por la subordinación alimentaria a las grandes corporaciones, por las concesiones de agua, por la ganadería intensiva y por las concentraciones

poblacionales. También se encontró que, la sobreexplotación de las cuencas provoca desequilibrio en los ecosistemas, pérdida de biodiversidad, sequías, contaminación del agua, disminución en la capacidad para producir alimentos, menos disponibilidad de agua para las poblaciones aledañas y afectación de la calidad de agua disponible. Sin embargo, la participación colectiva quedó restringida en la toma de decisiones menos relevantes. A continuación, se detallan los resultados más relevantes:

Problemática mundial del agua

Importancia del agua

Sin duda, uno de los recursos naturales más importantes para el metabolismo natural y para la reproducción social es el agua. Los ecosistemas necesitan de los recursos hídricos para que la vida animal y vegetal sea posible, la funcionalidad y estabilidad de los ecosistemas dependen de la disponibilidad de agua. De la misma manera, la regulación del clima depende de la evaporación, la condensación y las precipitaciones del agua.

Para los seres humanos el agua es un recurso vital; no podemos sobrevivir sin beber agua por más de 5 días. Alrededor del 70 % del cuerpo humano está compuesto por agua. El consumo de agua es importante para la hidratación de células, para la transportación de nutrientes, para la regulación de la temperatura corporal y para la eliminación de toxinas a través de sudor

y orina. Su relevancia también tiene que ver con las actividades domésticas y, muy importante, sin ella los seres humanos no podríamos producir nuestros alimentos. Para la reproducción social y para el metabolismo natural podría no haber petróleo, no haber oro, pero el agua no puede dejar de estar presente.

Fractura metabólica en los ciclos y el curso del agua

La gran industria capitalista genera una fractura metabólica en los ciclos y el curso del agua. Es un error insistir en que los problemas globales del agua se resolverán con el “buen comportamiento” en el consumo doméstico; aun asumiendo una ética ecológica, el problema es más complejo porque, en promedio, solo el 10 % del agua es para consumo doméstico, 21 % para el funcionamiento de la industria y 69 % para la agricultura. Resolver los problemas graves del agua pasa por establecer medidas serias de regulación, sanciones y cambios radicales en el funcionamiento de la agroindustria controlada por las grandes corporaciones.

El alto consumo de agua en el sector agrícola en los siglos XX y XXI tiene que ver con los impactos de la primera y la segunda Revolución Verde en la producción de alimentos. La aplicación de fertilizantes, agroquímicos y pesticidas contribuye a que la actividad agrícola demande más agua. Eso lo podemos observar al comparar los métodos tradicionales de cultivo con los orgánicos. Por ejemplo, los cultivos orgánicos de algunos cereales, como el

arroz, pueden ahorrar entre el 30 % al 50 % de agua en comparación con los métodos industriales (Grain, 2016). A ello se agrega la metamorfosis del patrón alimentario en las últimas tres décadas, que desplazó a los cereales y verduras por el consumo de comida animal y los ultraprocesados. Según la FAO, para producir 1 kg de carne de vacuno se requieren alrededor de 15,400 L de agua, mientras que para producir 1 kg de verduras se requieren alrededor de 322 L; la producción de 1 kg de trigo requiere de 1,000 a 1,500 L de agua, 1 kg de maíz requiere 900 L de agua, 1 kg de lentejas 50 L de agua y la producción de 1 kg de arroz consume en promedio 3,000 L de agua (FAO, 2021). El problema con las cantidades de agua que demanda el sector agrícola tiene que ver con la subordinación del patrón alimentario en el siglo XXI.

Más complejo aún, en el siglo XXI la producción de alimentos se convirtió en un agronegocio; la producción de alimentos dejó de estar a cargo de los campesinos y los Estados para ser sustituida por las grandes industrias. “Las ganancias extraordinarias que han derivado de la metamorfosis de la economía alimentaria en uno de los mayores circuitos de la acumulación global, desplazando y desmontando la anterior soberanía alimentaria tan distintiva de un amplio porcentaje de Estados del Sur a lo largo del siglo pasado” (Arizmendi, 2020).

Sobreexplotación del agua

Lo anterior, ha conducido a dos problemas graves del uso intensivo del agua: la

sobreexplotación y la contaminación. La contaminación del agua está asociada directamente a las actividades industriales, agrícolas y domésticas, que representan una amenaza permanente a la calidad del agua al verter en ella sustancias peligrosas como: metales pesados, pesticidas y microorganismos patógenos que alteran el equilibrio del agua tanto para la población como para los ecosistemas (Worldwatch Institute, 2001). Hablamos de sobreexplotación del agua como un problema hídrico que se presenta cuando se extrae más agua de la que se recarga, debido al uso excesivo de la misma. Esto sucede tanto en aguas subterráneas como en aguas superficiales, lo que merma la cantidad del tesoro azul bajo nuestros pies. Entre algunos de los causantes de la sobreexplotación del agua está, como ya se mencionó, la intensificación de las actividades agrícolas, el aumento constante del consumo de agua por la gran industria, la ganadería intensiva, las grandes concesiones de agua, la densidad poblacional de las ciudades, entre otras. Los problemas originados por el aumento en la intensidad de la extracción del agua son: sequías, acceso de agua para la población, hundimiento de ciudades, devastación de los ecosistemas, de los lagos y los ríos, la contaminación de los mantos acuíferos debido a la infiltración de aguas residuales por la erosión del suelo, además de que la menor disponibilidad de agua ocasiona conflictos económicos, sociales y políticos.

La sobreexplotación de aguas subterráneas es grave, si tomamos en cuenta que el 97 % del agua dulce de la que disponemos proviene de dicha fuente. Los mantos

acuíferos concentran grandes cantidades de agua que se han ido acumulando hace miles de años; sin embargo, la dinámica económica extrae cantidades excesivas de agua, provocando que sólo en algunas décadas la extracción de agua supere a su recarga natural. A su vez, la sobreexplotación de agua de las cuencas hidrológicas es un problema que merma la cantidad y calidad de agua disponible para la reproducción social y que también afecta a los ecosistemas, conllevando a la pérdida de biodiversidad.

Las cuencas hidrológicas en México: usos y sobreexplotación

Usos del agua: antecedentes

De acuerdo con la SEMARNAT (2009), los usos de agua son los consuntivos (riego y abastecimiento de agua) y los no consuntivos (generación de energía eléctrica y recreación). Históricamente, en México en la época prehispánica el uso de agua se caracterizó por ser principalmente consuntivo, dado que se crearon sistemas de captación, almacenamiento y distribución de tan valioso líquido. Durante esa época, el agua fue generadora de asentamientos humanos y desarrollo de las diferentes culturas en Mesoamérica, quienes construyeron acueductos, canales y embalses.

En la época colonial, con la llegada de los españoles, se hizo un uso no consuntivo, pues se modificaron las técnicas de riego, se construyeron presas y algunas

tomas de agua en los atrios de las iglesias, donde se abastecían los pobladores de los alrededores.

En los siglos XIX y XX se construyeron nuevas obras hidráulicas para mejorar el riego agrícola principalmente; se establecieron las primeras leyes para regular el uso del agua. Aunado a ello, el crecimiento poblacional coadyuvó al aumento del consumo de agua, no solo para consumo humano, sino también para la industria y la agricultura, generando a finales del siglo XX una aguda sobreexplotación del agua.

En el siglo XXI México enfrenta problemas graves de escasez, contaminación, sobreexplotación y sequías prolongadas del vital líquido. De acuerdo con Ciaramitaro (2018), actualmente el mayor problema es el acceso al agua en todos los continentes del planeta. Sin embargo, de acuerdo con Kloster (2016), quien realizó un estudio del agua en un período comprendido entre 1990 y 2010 en México, plantea que “el agua en México es ‘más pobre’, o sea, el balance hídrico es negativo por la reducción de los volúmenes de infiltración, por la pérdida de zonas de recarga, por la deforestación incontrolada y por el cambio de uso del suelo” (pág.1).

Disponibilidad y escasez de agua en el siglo XXI

En México, la explotación del agua representa un gran desafío para el país, puesto que la actual crisis del recurso hídrico no solo refleja el agotamiento del agua

dulce disponible para el consumo humano, sino que también tiene afectaciones como la pérdida de biodiversidad, conflictos socioambientales, movimientos sociales y reducción de las aguas superficiales y mantos acuíferos (Murillo, 2023).

Este problema se agrava por la distribución desigual del agua en el país y los efectos del cambio climático. Datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) indican que el 70 % de los recursos hídricos se concentran en el sureste del país, mientras que en el norte y el centro enfrentan escasez debido a la baja disponibilidad del recurso. Asimismo, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía indica que la disponibilidad per cápita del agua ha disminuido en gran escala durante las últimas décadas, puesto que ha pasado de 18,000 m³/persona/año en 1950 a menos de 4,000 m³/persona/año actualmente. Tabla 1 (CONAGUA, 2023).

Tabla 1. Disponibilidad per cápita de agua. miles de m ³ /persona/año	
Año	Disponibilidad per cápita.
1950	17.74
1960	10.99
1970	7.94
1980	6.17
1990	5.30
1995	5.01
2000	4.69
2010	4.03
2011	4.05
2012	3.99
2013	3.94
2014	3.69
2015	3.65
2016	3.65
2017	3.69
2018	3.65

2019	3.62
2020	3.66
2021	3.63

Fuente: elaboración propia basada en datos de CONAGUA (2023).

En los últimos 50 años, en México no solo se ha tenido una reducción significativa de la disponibilidad del recurso hídrico, sino que también la extracción del agua se ha sextuplicado ubicando al país dentro de las primeras diez posiciones de los países que más explotan el recurso (SEMARNAT, 2015) tabla 2.

Tabla 2. Volumen de agua extraído de 2000 a 2020	
Año	Volumen extraído (hm³/año)
2000	74,000
2005	76,500
2010	78,200
2015	80,000
2020	81,000

Fuente: elaboración propia basado en datos de CONAGUA (2021).

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en México se reciben en forma de precipitación alrededor de 1,489 km³ de agua, de la cual el 73.1 % se evapotranspira y regresa a la atmósfera, mientras que un 22.1 % escurre por ríos o arroyos y solo un 4.8 % se infiltra al subsuelo en forma natural y recarga los mantos acuíferos, es decir, cada año el país dispone de 460 mil millones de metros cúbicos de agua dulce, los cuales pueden ser utilizados para diversas actividades humanas (SEMARNAT, 2015).

Por otro lado, CONAGUA (2020) señala que el país cuenta con un volumen promedio anual de agua renovable de 446,000 hectómetros cúbicos (hm³); sin embargo, esta se encuentra distribuida de manera desigual, ya que gran parte de los recursos se concentra en el sureste del país, mientras que el 77 % de la población vive en el centro y norte, donde la disponibilidad es menor, generando problemas de escasez en estas regiones. Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Volumen de agua renovable total por regiones geográficas (2020)		
Región	Subregión	Agua Renovable Total (hm³/año)
Norte	Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas.	12,800
Centro	Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Querétaro, Tlaxcala.	15,000
Sur	Guerrero, Oaxaca, Chiapas.	183,000
Sureste	Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán.	70,000
Occidente	Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Zacatecas.	25,200

Fuente: elaboración propia basado en datos de CONAGUA (2020).

Tabla 4. Disponibilidad per cápita de agua por regiones geográficas (2020)		
Región	Subregión.	Disponibilidad (m³/persona/año)
Norte	Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas.	1,200.
Centro	Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Querétaro, Tlaxcala.	2,500.
Sur.	Guerrero, Oaxaca, Chiapas.	8,000.
Sureste.	Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán.	15,000.

Occidente	Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Zacatecas.	3,000.
-----------	---	--------

Fuente: elaboración propia basado en datos de CONAGUA (2020).

Sobreexplotación de los mantos acuíferos y desabasto de agua

Datos de la CONAGUA e INEGI (2018; 2020) muestran que el 33 % de los mantos acuíferos se encuentran sobreexplotados (véase tabla 5), es decir, de los 653 existentes, 157 se encuentran por debajo de los niveles adecuados, pues estas fuentes representan el 39 % del agua utilizada en el país. Siendo los acuíferos del Valle de México y Baja California los más afectados, pues presentan disminución de niveles freáticos de hasta un metro anual.

El problema de la sobreexplotación constituye uno de los más importantes en el ámbito nacional, pues el agua es un recurso vital y debería ser considerado un derecho. Aunado a ello, en México existe una amplia brecha socioeconómica en el suministro de este recurso en los hogares, pues en el estrato socioeconómico considerado como alto, el 83 % de la población recibe agua; mientras que en el estrato medio solo el 67.6 % de la población tiene agua; y para el nivel bajo solo el 49.5 % recibe agua. Es decir, más de la mitad de los hogares no recibe agua de manera continua durante la semana, (INEGI, 2022).

Tabla 5. Estados con mayor sobreexplotación de Acuíferos		
Estado	Acuíferos sobreexplotados	Volumen extraído (hm ³ /año)
Ciudad de México	5	2,100
Guanajuato	11	3,800
Baja California	7	2,400
Chihuahua	8	2,900
Sonora	10	3,600

Fuente: elaboración propia basado en datos de CONAGUA e INEGI (2018; 2020).

Por otro lado, datos de INEGI de 2022, señalan que en 2.59 millones de hogares no les llega agua entubada y, si bien podría pensarse que esto se debe a las zonas a las que pertenecen o a la lejanía, se estimó que 1.04 millones de estos hogares se encuentran en áreas urbanas (40.1%), mientras que en el ámbito rural se expande a 1.55 millones (59.9%) (INEGI,2022).

Estas desigualdades se amplían a lo largo de la república especialmente en áreas con un alto nivel de población. En la Ciudad de México, por ejemplo, el 80% de los hogares pertenecientes a un estrato económico bajo no recibe agua de manera diaria y continua. Por otro lado, en estados como Guanajuato, Tlaxcala, Morelos y el estado de México también cuentan con más del 40% de viviendas con problemas de agua.

En casos como Baja California Sur, Chiapas, Zacatecas y Oaxaca, el porcentaje de hogares que no reciben suministro de agua diariamente es mayor en los hogares de estrato alto que en los de estrato bajo (véase la tabla 6).

Tabla 6. Problemas por región por sobreexplotación y desabasto de agua		
Región	Comunidades afectadas	Problemas
Norte del País	Poblaciones rurales en zonas desérticas con acceso limitado a fuentes de agua	Escasez hídrica crónica, sobreexplotación de acuíferos y descensos severos en niveles freáticos
Centro del País	Pequeñas localidades y áreas rurales marginadas	Competencia por agua entre usos urbanos, agrícolas e industriales; acuíferos sobreexplotados
Sur y Sureste	Pueblos indígenas y comunidades alejadas	Infraestructura deficiente para captación y almacenamiento; contaminación de cuerpos de agua por actividades agrícolas y falta de tratamiento de aguas residuales
Occidente	Zonas agrícolas intensivas y localidades rurales	Uso intensivo del agua para riego, dejando a las comunidades locales con acceso limitado

Fuente: elaboración propia basado en CONAGUA e INEGI (2018; 2020).

Sobreexplotación del agua por Regiones Hidrológicas Administrativas

De acuerdo con la CONAGUA (2023), las Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA) I, III, VI, VII, VIII, X, XI y XIII son las que aumentaron la sobreexplotación de los mantos acuíferos. Algunas de las causas de esta situación son: la extracción de agua concesionada de un volumen mayor a la recarga natural del manto; uso ineficiente y mal manejo del agua en los diversos sectores productivos y atención a la población; baja o nula precipitación pluvial de la región; insuficiente vigilancia al cumplimiento de la ley, extracción superior a la concesionada y carencias de medidores de caudal en pozos e interferencia hidráulica entre obras de captación cercanas entre sí.

Por ejemplo, la zona RHA I de Baja California (Río Tijuana, Río Colorado y ríos endorreicos de la península) pasó de 8 a 10, lo que significa que aumentó la sobreexplotación debido a las condiciones climáticas; es decir, climas extremadamente áridos provocando la sequía de los mantos acuíferos. Adicionalmente, la CONAGUA (2020) reconoce que la gestión en esta región es difícil, puesto que la región tiene una alta sensibilidad a la contaminación, una limitada capacidad de almacenamiento de la mayoría de los acuíferos y una baja precipitación que provoca que la renovación de las fuentes subterráneas sea demasiado lenta, causando que el agua del suelo del estado sea considerada como un recurso no renovable.

Tabla 7. Clasificación de cuencas hidrológicas en el ámbito nacional			
	Cuencas principales	Acuíferos Sobreexplotados 2003	Acuíferos Sobreexplotados 2023
I: Península de Baja California	Cuenca del Río Tijuana Cuenca del Río Colorado Cuencas endorreicas de la península	8	10
II: Noroeste	Cuenca del Río Yaqui Cuenca del Río Mayo Cuenca del Río Sonora	17	10

III: Pacífico Norte	Cuenca del Río Fuerte Cuenca del Río Sinaloa Cuenca del Río Culiacán	1	5
IV: Balsas	Cuenca del Río Balsas Cuenca del Río Tepalcatepec Cuenca del Río Atoyac	2	2
V: Pacífico Sur	Cuenca del Río Verde Cuenca del Río Tehuantepec Cuenca del Río Suchiate	0	0
VI: Río Bravo	Cuenca del Río Bravo Cuenca del Río Conchos Cuenca del Río San Juan	16	20
VII: Cuencas Centrales del Norte	Cuenca del Río Nazas Cuenca del Río Aguanaval Cuencas endorreicas del Bolsón de Mapimí	23	24
VIII: Lerma Santiago Pacífico	Cuenca del Río Lerma Cuenca del Río Santiago Cuenca del Río Ameca	28	31
IX: Golfo Norte	Cuenca del Río Pánuco Cuenca del Río Tuxpan Cuenca del Río Soto La Marina	3	3
X: Golfo Centro	Cuenca del Río Papaloapan Cuenca del Río Coatzacoalcos Cuenca del Río Jamapa	0	3
XI: Frontera Sur	Cuenca del Río Grijalva Cuenca del Río Usumacinta Cuenca del Río Lacantún	0	1
XII: Península de Yucatán	No existen cuencas	0	0
XIII: Aguas del Valle de México	Cuenca del Valle de México Cuenca del Río Tula Cuenca del Río Lerma (parte alta)	4	5
Total		102	114

Fuente: elaboración propia basado en datos de CONAGUA e INEGI (2004; 2023).

Cabe destacar que en la RHAI disminuyó la sobreexplotación de los mantos acuíferos de 17 a solo 10; esto puede deberse a dos fenómenos: uno, a un aumento de las lluvias en la región y dos, a la gestión de los mantos acuíferos. En este caso, se debió principalmente al aumento de las precipitaciones fluviales, que aunado a que reestructuraron las reglas y legislaciones para asegurar el suministro de agua, permitieron la recuperación de siete mantos acuíferos.

El caso que vale la pena destacar es el de RHAV, está ubicada al sursureste de la República Mexicana. Administrativamente, la conforman 378 municipios, de los cuales 342 corresponden al Estado de Oaxaca y 36 al Estado de Guerrero, con una superficie total de 82,844 km², de los cuales el 66 % corresponde a Oaxaca y el restante 34 % a Guerrero.

Esta región cuenta con 35 acuíferos, de los cuales 4 se presentan con déficit. De acuerdo con la CONAGUA (2023), esta

situación se presenta principalmente en Oaxaca, en zonas donde se encuentran las ciudades con mayor número de habitantes. Por otra parte, por su posición geográfica, es una región expuesta a la ocurrencia de eventos climatológicos extremos, como ciclones, permitiendo la recarga natural de los mantos acuíferos, pero provocando grandes problemas económicos y sociales.

En la tabla 7 podemos ver las principales cuencas hidrológicas de México y cómo ha avanzado su sobreexplotación en dos décadas. La Zona del Pacífico Norte pasó de 1 acuífero sobreexplotado en 2003 a 5 en 2023; la Zona del Río Bravo pasó de 16 a 20 acuíferos sobreexplotados en el período del 2003 al 2023; la Zona Lerma Santiago pasó de 28 a 31 mantos acuíferos sobreexplotados en el mismo período; la Zona del Golfo Centro pasó de 0 a 3. Del 2003 al 2023 se sumaron 12 Acuíferos más a la lista de los sobreexplotados, pasando de 102 a 114.

La Sobreexplotación de las cuencas hidrológicas en Oaxaca

Recurso disponible

En Oaxaca la mayor fuente de agua viene de las cuencas hidrológicas. De acuerdo con el Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT, 2010), el 2.07 % del agua es de origen subterráneo, en tanto que el restante 97.93 % es agua superficial. En el Estado se aloja en

8 cuencas hidrológicas (INEGI, 2004), las cuales acumulan un aproximado de 56 247 hm³ anualmente⁵.

Usos del recurso disponible

Los principales usos de este recurso son: la agricultura (875 hm³), el abastecimiento público (204 hm³) y la industria autoabastecida (35 hm³) (PADHPOT, 2010), en total 114 hm³. Del total de recurso disponible, solo se utiliza el 2 %; el resto, probablemente, queda en las fuentes de agua (las cuales no debieran secarse).

Problemas con los usos del recurso disponible para la agricultura

Es sabido que la agricultura que existe en el mundo es de dos tipos: de riego y temporal. En la agricultura de riego se concentran procesos mercantiles que dejan mejores ganancias a los agricultores, por lo que quienes tienen las posibilidades de entrar a este mercado optan por este tipo de cultivos. En caso contrario, la agricultura de temporal, la cual depende de las condiciones naturales, requiere mucha experiencia para lograr una buena cosecha, que no por ello garantiza unas buenas ganancias económicas. En el caso de Oaxaca, su producción agrícola ha variado de producto, desde los monocultivos de cochinilla grana y trigo de alto valor económico, en los siglos XIX y principios del siglo XX (Ordoñez, 2000), a caña de azúcar, forrajes,

⁵ Cantidad estimada multiplicando la cantidad de agua renovable per cápita anual para el 2019 (13, 612 metros cúbicos), por la cantidad total de habitantes censados en el 2020, (4 132 148 personas), ambas reportadas por el INEGI en 2019 y 2020 respectivamente. El resultado se convierte a hectómetros cúbicos dividiéndolo entre un millón, que es la equivalencia entre metros y hectómetros.

maíz y sorgo de un valor económico bajo, lo que da como resultado un valor negativo en la productividad del agua, al gastarse más agua por una retribución económica menor (Altamirano *et al.*, 2017).

Problemas con los usos del recurso disponible para el abastecimiento público

De acuerdo con el INEGI (2019), los habitantes de Oaxaca tienen menor acceso al agua por no contar con los servicios básicos como es tener agua entubada dentro de la vivienda. Esto es así por varias razones: carencia o deterioro de la infraestructura de distribución, adeudo histórico de quienes tienen el servicio y no lo pagan, desperdicio de la mitad del agua abastecida, dispersión geográfica, condiciones geográficas y vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos (sequías, huracanes, tormentas) (PADHPOT, 2010).

Problemas con los usos del recurso disponible para la industria autoabastecida

En Oaxaca los sectores estratégicos industriales son: agroindustria, turismo, productos de madera, textil, energías renovables, productos para construcción y metalmecánica (minería) (SE, 2016), que demandan grandes cantidades de agua.

Gestión del agua en Oaxaca, de 1970 a 2020

En Oaxaca ubicamos dos periodos en cómo se ha gestionado el uso del agua, cada periodo está basado en la historia de

uso humano del agua, en la naturaleza y las condiciones políticas, económicas y sociales de cada tiempo. En un lapso de 50 años ubicamos dos momentos contrastantes por la forma de administración de este recurso: (a) por decisión directa de la administración del Gobierno Federal en turno, o (b) por la decisión consensuada entre la Comisión Nacional del Agua, 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 coordinados en los Consejos de Cuenca respectivos de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su reglamento (RLAN).

En el primer periodo, el agua de Oaxaca estuvo bajo la administración del Estado de forma directa (antes de 1972 y hasta 1982 cuando se aprobó la Ley de Aguas Nacionales): fue sinónimo de desarrollo, progreso y fortaleza del Estado gobernante, tanto que se creó para este recurso una secretaría, la Secretaría de Desarrollo Hidráulico (SDH), un marco legal *ad hoc* y la administración se consolidó en 1946 con la creación de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) que luego se transformó en la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH). Bajo esta forma de gestión, la política hidráulica tuvo una visión fragmentada de los recursos naturales y se afianzó al agro con la fusión de la Secretaría de Desarrollo Hidráulico con la Secretaría de Agricultura y Ganadería en la nueva Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), quien tuvo a su cargo el desarrollo y conservación del recurso hídrico más grande a nivel continental (Musseta, 2009).

En el segundo período, la gestión del agua en Oaxaca estuvo bajo la administración actual con Consejos de Cuenca (desde 1982 hasta la actualidad), lo que significó migrar a otro modelo de gobierno basado en la gobernanza. La gobernanza del agua, vista por el Estado gobernante, consiste en hacer partícipe de la gestión a otras personas ajenas al gobierno y así conocer y resolver los problemas hidráulicos de todos los sectores sociales (Musseta *op. cit.*). Sin embargo, hay varios problemas de gestión, por ejemplo, a los partícipes en los Consejos no se les indican las decisiones fundamentales y sustanciales del sector, solo se les convoca para darles o que aporten información o para asuntos de menor importancia (Musseta *op. cit.*). Este modelo de gobernanza de descentralización de la gestión hidráulica pudo ser más efectivo si la autogestión y los consensos fueran por delante, pero el Estado gobernante, aún en la actualidad, no deja de ser gestor principal del recurso y tampoco ha dado prioridad a un enfoque integral y colaborativo donde las soluciones técnicas y la justicia social aseguren un manejo sostenible del agua en Oaxaca (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública del H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, 2024).

Soluciones a la crisis del agua en Oaxaca desde su población

Haswal (2021) comenta que la Cuenca Hidrológica no solo es un accidente geográfico que contiene agua, también es una entidad socio-política-ecológica que determina un papel crucial en la seguridad

alimentaria, social y económica. Considera también que “el enfoque de desarrollo de las Cuencas Hidrológicas debe guiarse por los principios del equilibrio: todo lo que se extrae de la madre tierra debe devolverse, y la suficiencia para todos antes que la superfluidez para algunos”. Solanes y Jouravlev (2005) dan a conocer que tratándose de agua no hay respuestas únicas y que los elementos a considerar para asegurar gobernabilidad son: las características étnicas y culturales prevalecientes, la historia institucional del sector, el marco socioeconómico, la capacidad de gestión del Estado, las características geográficas y las características de distintos sectores del agua y sus servicios. Afirman, además, que, en materia de legislación de aguas, las leyes de aguas deben determinar en forma precisa que las aguas son bienes de dominio público del Estado.

Simonovic (2003) hace un llamamiento a todos los profesionales del agua, los responsables de las políticas, los científicos y los académicos para que mejoren su colaboración y, junto con el público en general, asuman un papel activo en la lucha contra la actual y cada vez más grave crisis del agua. Todo lo anterior abona a la urgente necesidad de la participación social; sin embargo ¿por qué las personas no participan para atender cuestiones vitales como lo es la administración del agua?, al respecto Musseta (2009) comenta que los modelos gubernamentales de administración del agua suponen un tipo de sujetos ciudadanos que puestos a discutir sus problemas cotidianos lo harán primando algo parecido al “bien común” sin tener en cuenta que en los grupos rige el faccio-

nalismo, la desigualdad y las relaciones de poder. Sí, además, ha sido el gobierno quien convoca esta reunión ciudadana, será más difícil lograr con éxito cualquier política pública en la participación social, pues el mecanismo de participación no garantiza por sí mismo la democratización. La participación en los Consejos de Cuenca es además restringida – por reglamentación – y sólo participan aquellas personas con categoría de usuarios legalmente reconocidos del agua. Esto ha dejado fuera y sin posibilidad de participar a la mayoría de los consumidores de agua, con lo que no se asume, junto con los gobernantes, la corresponsabilidad de la conservación y preservación del recurso.

La participación de la ciudadanía mexicana sortea problemas de desconfianza, desinterés, manipulación e incertidumbre por lo que los ciudadanos ideales que poseen ciertos derechos cumplen con ciertos deberes y que contribuyen a la vida pública existen solo en papel (Reyes, 2013). La ciudadanía no se forma sola, es responsabilidad del Estado, la sociedad y los individuos, por lo que urge la construcción de la ciudadanía para que vea la luz el proyecto de sociedad incluyente y justa que resuelva los problemas de recursos públicos como el agua.

Conclusiones

En este trabajo se estudiaron dos formas de administración gubernamental del agua para resolver el problema de sobreexplotación de las cuencas hidrológicas, en particular en la región sur del país en el Estado

de Oaxaca. La gestión del agua transcurre de una política hídrica a una política hidráulica ordenada por el Gobierno Federal. La premisa radicó en considerar que, con la participación de todos los sectores usuarios en la decisión de la mejor explotación del agua, como Consejos de Cuenca, se ayudaría a solucionar los problemas de sobreexplotación, contaminación, financiación, injusticia social y económica referentes al derecho humano al agua.

De acuerdo con los resultados, la sobreexplotación no se resolvió y aumentó en la medida en que incrementó la población, envejeció la infraestructura de distribución por la falta de inversión en su renovación e incrementaron la explotación turística y los proyectos de agricultura de riego e industrialización, así como la incorporación del sector empresarial autosuficiente que solo atiende sus propias demandas. A su vez, la contaminación del agua se suma como otro factor que limita su utilización como agua potable, lo que incrementa la escasez de agua para los sectores más pobres de las zonas urbanas, turísticas y rurales.

En Oaxaca, las malas decisiones por parte de los gobiernos, los tomadores de decisiones en los Consejos de Cuencas, los empresarios industriales y los mismos usuarios limitan el recurso a todos. El rezaigo en el pago del servicio impide renovar, mantener y construir instalaciones para un servicio efectivo del agua a la población. Los principios de dignidad humana, las libertades fundamentales, la igualdad, la solidaridad, la ciudadanía, la justicia y la toma de decisiones más eficaz y democrática

tica se desconocen en el nuevo modelo de gestión del agua que, de acuerdo con lo que se sabe de Oaxaca, solo ha ahondado las diferencias sociales y la sobreexplotación del recurso. Hay abusos no atendidos, desconocimiento de las libertades, desigualdad, falta de solidaridad, poco respeto a la ciudadanía, injusticia y toma de decisiones ineficaces y antidemocráticas por parte de los gobiernos, las autoridades, los empresarios y los pobladores.

Finalmente, es necesario que el Estado, la sociedad y la población fomenten la creación de una ciudadanía participativa que atienda en conjunto las demandas de sobreexplotación del agua. La participación efectiva de todos los actores involucrados en los Consejos de Cuenca podrá atender de manera conjunta los problemas multivariados del agua en Oaxaca.

Referencias bibliográficas

- Altamirano, A., Valdez, J., Valdez, C., León, I., Bentancourt, M. y Osuna, T. (2017). *Clasificación y evaluación de los distritos de riego en México con base en indicadores de desempeño*. Tecnología y Ciencias del Agua. VIII (4), 79-99.
- Arizmendi, L. (2020). *La crisis epidemiológica global en el marco de la crisis época del capitalismo*. Migración y Desarrollo, 18 (34), 7-32.
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública del H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Oaxaca. (2024). *Agua para el futuro de Oaxaca: Hidrografía Legislativa y Buenas Prácticas*. Revista Legislativa CESOP- Oaxaca. No. 007 – julio 2024. https://www.congresoootaxaca.gob.mx/docs65.congresoootaxaca.gob.mx/centros_estudios/CESOP/revista-CESOP/Revista_7MAED.pdf
- Ciaramitaro, F. (2018). *Las luchas por el agua en México (1990-2010)*. Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México 56. julio-diciembre 2018. 145-148. doi: 10.22201/iiah.24485004e.2018.56.64127
- Comisión Nacional del Agua. (2018). *Estadísticas del agua en México, 2018*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/04/EAM_2018.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *Comunicado día mundial del agua*. Nueva York: ONU.
- Comisión Nacional del Agua. (2021). *Programas hídricos regionales 2021 - 2024*. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/programas-hidricos-regionales-2021-2024>
- Comisión Nacional del Agua. (2022). *Estadísticas del agua en México, 2021*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://agua.org.mx/wpcontent/uploads/2023/10/EAM_2021.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2023). *Estimación del agua renovable (disponibilidad natural media del agua) por región Hidro-*

- lógico - Administrativa*. Consultado en Compendio de Estadísticas Ambientales (BadeSNIARN): http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AGUA03_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREANIO=*
- Grain. (2016). *El gran robo del clima*. Por qué el sistema agroalimentario es motor de la crisis climática y qué podemos hacer al respecto. Ciudad de México: GRAIN-ITACA. 248 p. ISBN: 9786079710156 / 6079710153.
- Harswal, V. (2021). *Importancia del desarrollo de las cuencas hidrográficas en la gestión de recursos hídricos*. Importancia del Desarrollo de las Cuencas Hidrográficas en la Gestión de los Recursos Hídricos - The WASH Room
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2004). *Síntesis de Información Geográfica del Estado de Oaxaca*. ISBN 970-13-2122-7.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). *Agua/Agua Potable y Drenaje*. <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Panorama Sociodemográfico de México/ Oaxaca/ Composición por edad y Sexo/ Población total*. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825197933>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). 2022. <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2022/#tabulados>
- Kloster, K. (2016). *Las luchas por el agua en México (1990-2010)* (1.^a ed.). Universidad Autónoma de la Ciudad de México - UACM.
- Murillo, D. (2023). *Agua y pobreza en México. Nuevas miradas y acercamientos* (1.^a ed.). Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Mussetta, P. (2022). *Participación y gobernanza. El modelo de gobierno del agua en México*. Espacios públicos. 12(25).
- Ordóñez, M. D. J. (2000). *El territorio del estado de Oaxaca: una revisión histórica*. Investigaciones geográficas. (42). 67-86.
- Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT). (2010). *Oaxaca*. <https://www.agua.unam.mx/padhpot/oaxaca.html>
- Reyes García, L. (2013). *La ciudadanía en México. Un breve recuento histórico*. Polis. 9 (2). 113-149.
- Secretaría de Economía (2016). *Información Económica y Estatal. Oaxaca*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/175909/oaxaca_2016_1116.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). *Semblanza histórica del agua en México*. <https://n9.cl/4z1mxt>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde.
- Simonovic, S. P. (2003). *Assessment of water resources through system dynamics simulation: from global issues to regional solutions*. In 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2003. Proceedings of the (pp. 9-pp). IEEE.
- Solanes, M., y Jouravlev, A. (2005). *Integrando economía, legislación y administración en la gestión del agua y sus servicios en América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Worldwatch Institute. (2001). *La situación del mundo 2001*. Barcelona: Icaria editorial.

El metabolismo social como herramienta para el análisis de la gestión comunitaria del agua¹

Aranza Aseret García Córdova²;
Elia María del Carmen Méndez
García³

Resumen

La crisis del agua hoy en día representa, no solo un problema de escasez, sino también una lucha por la distribución equitativa del recurso. Este capítulo presenta los resultados de un estudio sobre la gestión comunitaria del agua analizado a través del metabolismo social en San Juan Evangelista Analco, una comunidad de la Sierra Juárez de Oaxaca. El problema de investigación se centró en cómo esta comunidad indígena enfrenta la crisis hídrica mediante la gobernanza y los saberes comunitarios que integran prácticas colectivas sustentables. A través de una metodología cualitativa que incluyó observación

participante y no participante, recorridos en el territorio, entrevistas semiestructuradas individuales y grupales y focus groups, se analizaron las fases del metabolismo social: apropiación, transformación, circulación, consumo y excreción para comprender cómo la comunidad, a partir del principio de gobernanza comunitaria, gestiona sus decisiones que, aunque generan tensiones, contribuyen en su conjunto a la construcción de justicia ambiental. Los resultados mostraron un caso de gobernanza alta principalmente por la fuerte participación de los actores involucrados y la relación directa con el Estado, además de la preocupación por distribuir y conservar equitativamente el agua respetando sus saberes. Se concluye que el metabolismo social facilita la comprensión de la relación humano-naturaleza, al visibilizar tanto el proceso operacional (dimensión tangible) como las decisiones para llevarlo a cabo (dimensión intangible), y evidencia que la integración de saberes conduce hacia una gestión hídrica más justa.

Palabras clave: metabolismo social, gestión comunitaria, justicia ambiental, gobernanza, agua.

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación: "Gestión comunitaria del agua a través del metabolismo social en San Juan Evangelista Analco" en (2024), como requisito para optar al título de Maestra en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional y del proyecto de investigación Clave SIP 20240916 "Memoria comunitaria para construir justicia ambiental: La gestión del agua desde el metabolismo social en Analco, Oaxaca" (2023 y 2024), financiado por la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional.

2 Maestra en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca de Juárez, México. E-mail: agarciac2201@alumno.ipn.mx

3 Doctora en Sociología. Maestra en Lingüística Aplicada. Licenciada en Lengua y Literatura Hispánicas. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Profesora Investigadora. Oaxaca de Juárez, México. E-mail: emendezg@ipn.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2256-4731>

Social Metabolism as a Tool for Analyzing Community-Based Water Management

Abstract

The water crisis today represents not only a problem of scarcity but also a struggle for the equitable distribution of the resource. This chapter presents the results of a study on community water management analyzed through social metabolism in San Juan Evangelista Analco, a community in Sierra Juárez of Oaxaca. The research focused on how this indigenous community faces the water crisis through governance and community knowledge that integrate sustainable collective practices. Using a qualitative methodology that included both participant and non-participant observation, territory tours, semi-structured individual and group interviews, and focus groups, the phases of social metabolism—appropriation, transformation, circulation, consumption, and excretion—were analyzed to understand how the community, based on the principle of community governance, makes decisions that, although generating tensions, contribute to the construction of environmental justice. The results showed a case of high governance, primarily due to the strong participation of the actors involved and the direct relationship with the State, as well as the concern for distributing and conserving water equitably while respecting their knowledge. The study concludes that social metabolism facilitates the understanding of the

human-nature relationship by making visible both the operational process (tangible dimension) and the decisions behind it (intangible dimension). It also demonstrates that integrating knowledge into practice leads to a fairer water management system.

Keywords: social metabolism, community management, environmental justice, governance, water.

Introducción

La crisis ambiental actual es el resultado de las relaciones desequilibradas entre los seres humanos y la naturaleza. El modelo económico hegemónico ha priorizado el crecimiento ilimitado y la explotación de recursos por encima de la conservación y el respeto a los ritmos naturales (Leff, 1994). A medida que las actividades humanas se expanden, se aceleran procesos de degradación como la deforestación, la contaminación y el agotamiento de recursos naturales (Romero-González, 2012).

En este sentido, la crisis hídrica es también el resultado de la expansión del capitalismo, quien ha convertido el agua en mercancía, y la ha otorgado a grandes empresas para extraerla y transformarla. Los procesos de industrialización no

solo agotan las fuentes de agua y alteran los ecosistemas, sino también contaminan significativamente los cuerpos hídricos, al descargar en ellos desechos nocivos de manera irresponsable (Vega, 2009). Por si fuera poco, el acceso desigual al recurso y a los servicios de potabilización y saneamiento, impulsado por la lógica capitalista beneficia a unos cuantos, mientras la mayoría enfrenta escasez.

La crisis actual exige replantear las relaciones entre sociedad y naturaleza, reconociendo los límites ecológicos y la interdependencia entre humanos y ecosistemas. El metabolismo social, originado en la economía ecológica, permite analizar las interacciones entre sociedades y sistemas naturales a través de flujos de energía y materiales. Este enfoque destaca la ecoddependencia humana y su capacidad para transformar los entornos, revelando el papel de la organización social, como la gobernanza, en la configuración de sistemas socioecológicos como la gestión comunitaria del agua.

La gobernanza permite que el gobierno y la sociedad en general, definan juntos acciones para lograr objetivos en común (Aguilar, 2006) y crear un manejo integral de los recursos. Estas políticas se enfocan en mejorar la calidad de vida humana dentro de las restricciones ambientales y la distribución equitativa de los recursos, buscando así la justicia ambiental (Schlossberg, 2007, Agarwal, 2001). La gobernanza construida desde el ideal de justicia ambiental permite que la gestión de los recursos se adapte al tipo de actores que lo

usan, lo que promueve el diálogo de saberes (Leff, 2004).

Cuando los actores locales son comunidades indígenas, la gestión del agua se basa en la cooperación entre sus miembros, priorizando el bienestar comunitario sobre la lógica del beneficio económico. Contribuyen activamente al trabajo de construcción y mantenimiento de sus sistemas hídricos (Shiva, 2003), valorando el agua no solo como un recurso, sino también por su significado cultural y espiritual (Maldonado et. al., 2019), lo cual la identifica como una gestión comunitaria del agua.

La gestión comunitaria del agua en San Juan Evangelista Analco merece ser estudiada por su uso consciente y responsable, garantizando su sostenibilidad sin comprometer su capacidad de renovación, lo cual ha sido reconocido y certificado por el gobierno federal. Las decisiones sobre el manejo del agua son colectivas, basadas en el sistema normativo de la comunidad y en los usos y costumbres. La gobernanza se refuerza con el cumplimiento de las leyes nacionales, permitiendo a la comunidad gestionar autónomamente sus recursos hídricos en consonancia con sus saberes y normas.

Aunque las prácticas de gestión comunitaria del agua contrastan con los modelos dominantes, no se han estudiado lo suficiente desde la perspectiva del metabolismo social. Este capítulo propone usar esta herramienta para entender los flujos materiales, los valores y las estructuras que sustentan la gestión del agua, con el obje-

tivo de comprender las soluciones comunitarias hacia un modelo más sostenible y justo, y destacar la importancia de las relaciones sociales y las acciones comunitarias en la conservación de los ecosistemas.

Este capítulo se estructura en cuatro apartados. En el primero, se presenta el marco referencial, donde se realiza una exhaustiva revisión de literatura, se incluyen conceptos clave como gobernanza, justicia ambiental, gestión comunitaria del agua y metabolismo social. A continuación, en el apartado de metodología, se describe el tipo de investigación, la selección de participantes y los métodos implementados, desde la recolección de datos hasta su análisis. Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos, donde se exponen tanto las dimensiones del metabolismo social como la versión final de los indicadores de gestión comunitaria del agua. Finalmente, el apartado de conclusiones ofrece una discusión crítica sobre los hallazgos, destacando su relevancia y aportes a la comprensión de la gestión del agua en contextos comunitarios.

Marco de referencia

El siguiente apartado es una revisión exhaustiva de literatura que nos ayuda a la comprensión de los conceptos que enmarcan esta investigación.

Gobernanza

El concepto de gobernanza surgió en los setenta como respuesta a la crisis de los Es-

tados – nación. Algunos pensadores juzgaron que los gobiernos centralizados debían introducir variaciones en su naturaleza, con la intención de hacer más eficiente la administración (Montoya y Rojas, 2016). Como alternativa se propuso involucrar al sector privado y la sociedad civil (Hernández, 2017).

Su origen conceptual se atribuye al informe del Banco Mundial (1989), que identificó la falta de gobernabilidad como causa del subdesarrollo en África y propuso reformas basadas en el estado de derecho, transparencia y rendición de cuentas (Aguilar, 2006).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 1997, p. 9) expuso su concepto de gobernanza, como: “el conjunto de mecanismos, procesos, relaciones e instituciones mediante las cuales los ciudadanos y grupos articulan sus intereses, ejercen sus derechos y obligaciones y concilian sus diferencias”.

Burhenne-Guilmin y Scanlon (2004) la describen como el proceso mediante el cual la sociedad establece metas y promueve cooperación a nivel global, nacional y local, a través de marcos legales y estrategias.

Aguilar (2006) propone el término de gobernanza como el proceso de gobierno mediante el cual una sociedad se dirige, se gobierna y se autogestiona. Es el proceso por el cual el gobierno, las empresas privadas, las organizaciones de la sociedad y los ciudadanos dialogan saberes con la intención de establecer objetivos en común,

adaptándose a las necesidades y circunstancias del momento.

La gobernanza mantiene el principio de que el gobierno sigue siendo una instancia imprescindible para dirigir a la sociedad en ciertos ámbitos significativos e indispensables (Aguilar, 2006). Por lo que sus principales aportes son la integración de actores independientes del gobierno, y su participación mediante cooperación en lugar de imposición, ya que sus objetivos y dinámicas difieren de las lógicas políticas (Aguilar, 2006).

Actualmente, existe un consenso general de que los problemas del agua requieren la coordinación de acciones sociales y gubernamentales (Restrepo y Nieto, 2020). Desde el II Foro Mundial del Agua (2000) entró en juego el tema de gobernanza donde se estableció que el manejo del agua eficiente se logrará con la participación y los intereses de todos los sectores (VI Foro Mundial del Agua, 2012).

El concepto se precisó en el IV Foro Mundial del Agua, en donde se declaró que: la “buena gobernanza” debía incluir “la acción coordinada a diferentes niveles (principio de subsidiaridad), la transparencia y la participación pública de todos los sectores (ciudadanía activa)”. La gobernanza se perfila así, como el enfoque teórico más idóneo para hablar de un gobierno de los recursos efectivamente participativo con esquemas descentralizados de toma de decisiones (VI Foro Mundial del Agua, 2012, p. 11).

En el marco normativo mexicano, la Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2004), establece la gestión del agua como un proceso participativo para el desarrollo sustentable. En su artículo 3º, fracción XXVIII, reconoce la importancia de la gobernanza en la gestión hídrica. Además, la fracción XV define al “consejo de cuenca”, el cual fomentan la coordinación entre gobierno y sociedad en la toma de decisiones sobre el agua.

La OCDE (2015) sostiene que no existe una solución única para los problemas del agua; las respuestas deben adaptarse a las características territoriales y contextos específicos para lograr una gestión efectiva y sostenible.

Justicia ambiental

Las políticas públicas elaboradas, a partir del involucramiento de las sociedades, hacen frente a las luchas por la justicia ambiental. Demandan el mejoramiento de la calidad de vida humana dentro de restricciones ambientales y la distribución equitativa de los recursos (Pérez, 2018).

La justicia ambiental surgió en 1983 como respuesta al racismo ambiental en EE. UU., evidenciando la exclusión de comunidades afroamericanas en la toma de decisiones (Pérez, 2018). Con el tiempo, el concepto se amplió para abordar la distribución desigual de cargas y recursos ambientales entre países y sectores sociales (Pérez, 2018).

Bullard (1999), quien es considerado el padre de la justicia ambiental, la define como el trato equitativo y la participación significativa de todas las personas en políticas ambientales, evitando que grupos vulnerables sufran desproporcionadamente impactos negativos.

Martínez Allier (2001) propone el término de ecologismo de los pobres para los movimientos de justicia ambiental. Este sector social no solo lucha por la conservación de la naturaleza como un bien posmaterial, sino por la defensa de sus territorios, donde valoran sus bienes naturales para la sobrevivencia, contra el despojo de empresas y gobiernos extractivistas.

La economía ecológica promueve la justicia ambiental a través de dos compromisos de sustentabilidad: a) capacidad de carga del ecosistema global, que busca mejorar la calidad de vida sin exceder los límites ambientales, y b) distribución equitativa de bienes y costos ambientales tanto dentro de una misma generación como entre generaciones y especies, lo que integra una perspectiva ética (Pérez, 2018).

Pérez (2018) plantea tres dimensiones de la justicia ambiental: a) distribución equitativa de recursos, beneficios y cargas ambientales, b) reconocimiento de la diversidad cultural y derechos territoriales, y la consideración de cosmovisiones y valores comunitarios y c) participación de individuos y comunidades en los procesos e instancias de toma de decisiones.

Este trabajo propone una cuarta dimensión: protección y conservación de la natu-

raleza. Se refiere a las acciones de cuidado y manejo no excesivo y responsable de los bienes naturales.

Gestión comunitaria del agua a través del metabolismo social

La gestión comunitaria impulsa otra concepción de la naturaleza y de las relaciones entre seres humanos y naturaleza e implica un manejo de los bienes naturales desde la comunidad, con valores diferentes a los hegemónicos (Sandoval y Günter, 2013).

La gestión comunitaria del agua enfatiza a la organización y administración del agua desde lo local, en cuanto a su acceso, distribución y uso. Las interacciones de acción colectiva se realizan cara a cara, y las prácticas se basan en los usos y costumbres. Es decir, la autoridad sobre el recurso está en manos de actores locales (Sandoval y Günter, 2013).

La gestión comunitaria del agua es una acción que media la relación del ser humano con los bienes hídricos, para su apropiación y consumo. Para entender ésta y otras relaciones humano naturaleza, la economía ecológica propone el concepto de metabolismo social como la forma en que las sociedades humanas organizan sus crecientes intercambios de energía y materiales con el medio ambiente (Infante *et al.*, 2017).

El metabolismo social contiene dos esferas: una visible o tangible y una invisible o intangible. La primera se ve representa-

da por cinco fenómenos que son teórica y prácticamente distinguibles: la apropiación (A), la transformación (T), la circulación (C), el consumo (Co) y la excreción (E) (Toledo, 2013). (Toledo, 2013). (Toledo, 2013). La segunda está relacionada con las creencias, conocimientos, la producción de reglas, diseño de tecnologías y la construcción de organizaciones e instituciones con diferentes fines y en distintas escalas. Esta parte opera sobre los procesos materiales del metabolismo (Toledo, 2013).

Fases metabólicas

La apropiación es la forma primaria de intercambio entre sociedad y naturaleza (Toledo, 2013), abarca dos niveles: individual (energía endosomática) y social (energía exosomática). Se distingue entre apropiación tangible (recursos y energía) e intangible (conocimientos, creencias y percepción) (Toledo, 2008). Esta primera fase metabólica siempre es realizada por una unidad de apropiación, como individuos, comunidades o empresas (Toledo, 2013).

La transformación implica todos aquellos cambios producidos sobre los bienes extraídos de la naturaleza, los cuales ya no son consumidos en su forma original (Toledo, 2013).

La circulación comienza cuando los bienes extraídos de la naturaleza, transformados o no entran en el intercambio económico (Toledo, 2013).

El consumo involucra a toda la sociedad y se relaciona con la satisfacción de nece-

sidades mediante bienes y servicios. Es la acción de utilizar un bien transformado en producto o servicio (Toledo, 2013).

La excreción es el proceso mediante el cual la sociedad humana libera materiales y energía a la naturaleza, incluyendo residuos sólidos, gases y calor. Sus aspectos clave son la calidad de los desechos (su capacidad de reciclaje natural) y su cantidad (si excede la capacidad de regeneración del ecosistema), además de la energía calorífica generada por cualquier transformación o movimiento (Toledo, 2013).

El metabolismo social aplicado a este trabajo nos ayudará a comprender y visibilizar (a través del diseño metodológico) las decisiones que toman las comunidades dentro de su sistema organizativo en cada una de las fases metabólicas implicadas en el proceso de gestión comunitaria del agua.

Propuesta de categorías de gestión comunitaria del agua

Con base en la conceptualización de Sandoval y Günter (2013), los hallazgos observados en las primeras experiencias en campo, y la triangulación con expertos, se propusieron las siguientes categorías de gestión comunitaria y sus conceptos.

1. Distribución equitativa: Esta definición se basa en las aportaciones de Pérez (2018). Normas que garantizan el acceso igual al recurso hídrico; así como la repartición uniforme de las cargas ambientales y responsabili-

dades que surgen para su aprovechamiento.

2. Democracia participativa: Contribución activa de individuos y comunidades en los procesos e instancias de toma e implementación de decisiones en torno al manejo de los bienes hídricos.
3. Saberes comunitarios: Conocimientos y experiencias acumuladas de los pueblos a partir de la vida en el territorio físico, que son transmitidos mediante la observación, la práctica, la reproducción, leyendas, mitos, historias de vida y la oralidad, de generación en generación (Lugo, 2018).
4. Nivel de autonomía: Instancias que se crean para hacer válida la participación activa de todos los miembros de la comunidad, y en donde son llevadas las inquietudes de la comunidad para valorarlas y proponer soluciones. Las instancias establecidas por las comunidades que rigen su gobernanza por un sistema de usos y costumbres son: la asamblea, el sistema de cargos, el tequio y la fiesta. También involucra la relación directa con el Estado.
5. Cuidado del agua: Normas y acciones que la comunidad desarrolla y lleva a cabo para asegurar la conservación del agua.

Metodología

Esta investigación fue de tipo cualitativa, orientada a comprender constructos sociales como la gobernanza, la justicia

social y la gestión comunitaria del agua en un contexto específico. La metodología cualitativa se planteó como un proceso de indagación en escenarios naturales, enfocado en interpretar fenómenos a partir del significado que las personas le atribuyen (Vasilachis, 2006). Los métodos cualitativos permitieron explorar la dimensión intangible de las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza, facilitando la comprensión de las decisiones tomadas en este entorno. El estudio se llevó a cabo de manera transversal, es decir, en un único momento y tiempo.

En cada una de las técnicas que fueron abordadas construimos el rapport, “que es el grado de simpatía y empatía entre los entrevistados y el investigador (su forma de vestir, su comportamiento durante la entrevista, el trato que tiene con los entrevistados, el lenguaje, el tono, la intensidad y el volumen de la voz, así como la fluidez y estructuración del discurso)” (Shawn 1988; citado en Sánchez, 2005).

Los datos fueron recolectados en notas de campo, fotografías, grabaciones, narraciones y transcripciones a través de los métodos: a) observación no participante, esta técnica se abordó en recorridos por el territorio, b) entrevistas semiestructuradas individuales y grupales, estas se realizaron durante los recorridos y en los domicilios de actores específicos, c) observación participante, y d) *focus groups*, estos se llevaron a cabo en forma de talleres comunitarios. Estas técnicas nos permitieron establecer un diálogo cercano con los actores principales involucrados en los procesos de interés.

Características de la población

Según el censo de población y vivienda, 2020 (INEGI, 2020), Analco tiene una población total de 407 habitantes. De los cuales el 52.8% son mujeres y el 47.2% son hombres. Corresponden al grupo étnico zapoteco y el 42.78% de los habitantes hablan la lengua indígena del mismo nombre (INEGI, 2020).

Participantes

Para seleccionar a los participantes, primero se determinaron los perfiles relevantes a partir de la revisión de literatura. Una vez definidas las características necesarias, se aplicó la selección por criterios para identificar la población y, posteriormente, nuevos conjuntos de fenómenos durante el desarrollo del estudio. Los participantes e informantes incluyeron: a) ciudadanos residentes de San Juan Evangelista Analco, b) ciudadanos en cargos actuales, c) adultos mayores, d) participantes del programa Sembrando Vida, e) mujeres productoras de carbón y f) analqueños radicados fuera. Los criterios de inclusión se ajustaron según las técnicas y necesidades del estudio. En total participaron 56 personas durante toda la investigación.

Aunque todos los informantes dieron su consentimiento para ser grabado y utilizar su nombre durante las entrevistas, este trabajo utilizó una nomenclatura que los identificara como “Informante” seguido de una numeración consecutiva (“Informante 1, Informante 2”, etc.) de acuerdo

con el tiempo y orden en que se llevaron a cabo las entrevistas.

Observación no participante y entrevistas

Esta técnica se abstiene de intervenciones en el campo, es decir, los observadores siguen el curso de los acontecimientos. El comportamiento y la interacción continúan sin interrupciones, como si el investigador no estuviera presente (Flick, 2007).

En esta investigación no se buscó asumir ningún rol específico para reconocer el territorio, sino llevar a cabo observaciones a través de recorridos a pie en compañía de los actores involucrados. Se hicieron en total 8 recorridos.

Esta técnica se combinó con la entrevista, ya que utilizarlas conjuntamente, permite garantizar una correspondencia con la realidad (Guber, 2011). Para la aplicación de las entrevistas se usó el enfoque de entrevistas semiestructuradas. Esta técnica ofrece mayor flexibilidad en comparación con las estructuradas. Aunque se basa en preguntas previamente planeadas, se adapta al ritmo de la conversación con los informantes (Díaz et. al., 2013).

En esta parte de la investigación se llevaron a cabo las entrevistas en dos modalidades: individuales y grupales.

Entrevistas individuales

Estas entrevistas cara a cara se hicieron en las casas de los informantes con la in-

tención de mantener un contexto familiar, ya que solo a partir de sus experiencias diarias y auténticas es posible descubrir el sentido de sus prácticas y expresiones (Guber, 2011). Se realizaron y transcribieron un total de 21 entrevistas individuales equivalentes a 17 horas, 37 minutos y 04 segundos.

Observación participante

La observación participante es un método de indagación abierto que demanda la inmersión completa del investigador en el campo, permite observar desde la perspectiva de un miembro e influir en lo que se observa debido a su participación (Flick, 2007).

Se participó en una jornada en la carbonera comunitaria liderada por mujeres, donde se compartieron experiencias con tres de ellas. Durante el encuentro, relataron aspectos de su vida personal, detalles sobre la producción de carbón, sus responsabilidades en la carbonera, los inicios de su actividad y las dificultades enfrentadas. Esta experiencia motivó la realización posterior de entrevistas individuales con las trabajadoras.

Focus group y entrevistas grupales

El focus group es una técnica que permite discusiones abiertas sobre temas específicos de una investigación. Powell et al (1996) definen un focus group como un grupo de individuos seleccionados y reunidos por investigadores para discutir y

comentar, desde su experiencia personal, el tema que es objeto de la investigación. (Gibbs, 1997).

La entrevista grupal interroga a varias personas simultáneamente, con énfasis en las preguntas y respuestas entre el investigador y los participantes. Por lo tanto, la característica distintiva de los focus groups es el conocimiento y los datos producidos a través de la interacción entre los participantes (Gibbs, 1997).

Para fines de esta investigación se hicieron dos focus group, a través de talleres llamados “Gestión comunitaria del agua para construir justicia ambiental”. Y se realizó una entrevista grupal con el comité de salud.

Se implementaron dos talleres, uno dirigido a las autoridades de bienes comunales y otro para las autoridades municipales. Las actividades que se realizaron en dichos talleres fueron: línea del tiempo, mapa comunitario y calendario biocultural.

Todas las entrevistas empleadas (individuales y grupales) sirvieron para lograr la saturación, un criterio de validez y confiabilidad. Incrementa la validez interna de la investigación cualitativa porque permite una aproximación más precisa a los puntos de vista de los actores sociales. Además, constituye el cimiento de la validez externa, porque la generalización de resultados se deriva en última instancia de la saturación de las diferentes perspectivas expresadas por informantes representativos del mundo social investigado (Izcara, 2014).

Indicadores de gestión comunitaria del agua

El uso del metabolismo social como herramienta de análisis permite abordar integralmente la gestión comunitaria del agua y la justicia ambiental. La investigación desarrolló un instrumento para evaluar cómo las decisiones en la gestión del agua reflejan principios de justicia ambiental, sirviendo además como herramienta de autoevaluación para la comunidad, con el fin de preservar estos valores a lo largo del tiempo.

Los indicadores se desarrollaron utilizando los métodos mencionados, complementados con triangulación teórica, en pares y con expertos. Esto permitió formular las categorías de gestión comunitaria del agua y situarlas en las fases metabólicas correspondientes, según fuera necesario, lo que resultó en que no todas las categorías se ubicaran en todas las fases.

Posteriormente se revisaron casos de estudios en los que se habían implementado indicadores. Este trabajo se basó en la metodología de Mendoza (2008) y se adaptó al contexto de estudio, lo que requirió modificar u omitir algunos indicadores.

Cada indicador tiene una escala de cuatro categorías, que van desde 0 hasta 3. Partimos del supuesto de que un mayor valor asignado representa un nivel más alto de estado ideal (Mendoza, 2008). El valor de los indicadores por categoría se obtiene en porcentaje y es clasificada en niveles de gestión comunitaria.

Para evaluar los indicadores se realizarán entrevistas a autoridades comunales y municipales y habitantes de San Juan Evangelista Analco.

Tabla 1. Niveles de gestión comunitaria del agua

Niveles	Índice (%)
Muy alto (3)	76%-100%
Alto (2)	51%-75%
Bajo (1)	26%-50%
Muy bajo (0)	0-25%

Fuente: elaboración propia

La versión final fue llevada a la comunidad para lograr la validez interna, la cual se consigue cuando los actores involucrados reconocen la construcción de datos como una aproximación exacta a su punto de vista (Izcara, 2014). Este método se llevó a cabo a través de focus groups, el primero con el cabildo de bienes comunales y el segundo con las autoridades municipales. Durante el ejercicio, se hicieron adecuaciones al instrumento.

El siguiente apartado está dedicado a presentar los resultados. Para el análisis de los datos se utilizó la codificación. Esta técnica implica identificar y registrar fragmentos del texto que ilustren la misma idea teórica o descriptiva y vincularlas a un mismo nombre (Gibbs, 1997). Para fines de este trabajo se utilizó Atlas ti.

Resultados

El siguiente apartado está estructurado en tres partes. La primera describe la parte intangible de la gestión comunitaria del agua, es decir el proceso de toma de

decisiones. La siguiente parte relaciona la parte intangible y la parte operativa. Por último, se presenta la versión concluida de indicadores para evaluar el proceso de gestión comunitaria del agua.

Parte intangible de la gestión comunitaria del agua

La gestión del agua en Analco resulta ser comunitaria, ya que la implementación de acciones en torno a la distribución equitativa del agua se logra con la colaboración activa de todos sus miembros en las distintas instancias organizativas, donde son transmitidos los saberes comunitarios. Se adhiere a los principios de justicia ambiental evidenciados a través de las categorías propuestas: nivel de autonomía, democracia participativa, distribución equitativa, cuidado del agua y saberes comunitarios. A continuación, se describe cómo la gestión comunitaria del agua se alinea a cada una:

Nivel de autonomía: anteriormente, un comité gestionaba el agua en Analco, pero ahora la responsabilidad recae en los representantes agrarios, que manejan la apropiación, y las autoridades municipales, que administran el resto del proceso. La Asamblea sigue siendo el espacio clave para debatir y acordar decisiones, reflejando el compromiso de la comunidad con la equidad en el acceso al agua y la toma de decisiones colectivas basadas en la justicia y el bien común.

La comunidad fortalece su autogobierno al cumplir con normativas federales que le

otorgan control directo sobre sus recursos, asegurando autonomía en su gestión. Desde 2011 cuenta con una concesión de agua emitida por CONAGUA, formalizada en 2022, y con un permiso de descargas para la construcción de su planta de tratamiento. Además, recibe apoyo del Presupuesto de Egresos de la Federación para mantenimiento y obras, garantizando así su sostenibilidad y acceso a recursos gubernamentales

Democracia participativa: esta categoría se ve reflejada en la importancia de cada uno de los elementos del sistema de usos y costumbres (la asamblea, el sistema de cargos, el tequio y la fiesta), ya que a través de estas estructuras organizativas se gestan las decisiones.

El sistema de cargos es la representación máxima de la participación activa en la comunidad, ya que todos deben asumirlos para mantener sus derechos y obligaciones. Estos roles, escalonados de menor a mayor importancia, son esenciales en la gestión del agua, abarcando supervisión, reparaciones y acuerdos. Existen cargos oficiales y sociales, ambos fundamentales para la vida comunitaria.

En la Asamblea de ciudadanos para elegir representantes municipales participa la mayoría de la comunidad, exceptuando a niños y jóvenes menores de 18 años. En la Asamblea de bienes comunales solo votan los comuneros registrados en el registro agrario nacional. Además, existen comuneros con derechos y comuneros voluntarios, quienes aportan cuotas para el progreso de la comunidad, aunque generalmente no residen en ella.

El tequio es un servicio que los ciudadanos realizan, en su mayoría varones, para dar mantenimiento a los espacios comunitarios del pueblo y solo en caso de requerir alguna ayuda técnica se pide apoyo gubernamental. Los tequios son organizados por el comisariado de Bienes Comunales o el síndico municipal. Con ellos se lograron obras como la consolidación de la red de agua potable y la desviación de la carretera federal hacia la comunidad.

Distribución equitativa: la comunidad reparte las tareas del tequio de tal manera que sea lo más equitativo posible, divide la participación por barrios y les asigna tramos que requieren mantenimiento para que todos participen por igual. La comunidad tuvo que reubicar la línea de captación y tanques de almacenamiento para que el suministro de agua llegara también a las casas de pendientes más arriba. Esto además contribuye al cuidado ambiental, ya que prefieren por su posición orográfica reubicar la infraestructura para evitar el uso de luz eléctrica y aprovechar la fuerza de gravedad.

Saberes comunitarios: la comunidad no dispone de manuales o capacitaciones formales sobre la gestión de las fases metabólicas del agua. Los conocimientos se transmiten a través de la experiencia en los tequios o la participación en comités. Por ejemplo, saben que la laguna alimenta los manantiales internos. No obstante, ciertos procesos, como la transformación y el uso de la planta de tratamiento, requieren capacitación externa para cumplir con las normas federales

Un hecho relevante es que Analco se percibe como una comunidad extendida, ya que mantiene fuertes vínculos con sus migrantes, lo que le permite trascender sus límites geográficos. Existen cuatro coordinaciones de analqueños en Oaxaca de Juárez, Ciudad de México, Los Ángeles y Las Vegas, que surgieron para satisfacer necesidades económicas. Los migrantes, tras superar varios obstáculos, lograron establecer estas coordinaciones y replicar las estructuras organizativas de la comunidad.

Es también importante reportar que, a pesar de los esfuerzos por transmitir y preservar los saberes comunitarios, también ha habido pérdida de algunos, como los ritos de pedimento de agua, los cuales se hacían antes del 19 de marzo (Día de San José) para que durante la siembra hubiera suficiente agua.

Cuidado del agua: esta categoría puede observarse en la reubicación de la línea de captación de agua, la cual estuvo influenciada por la preocupación de que el agua llegara con mejor calidad, ya que durante las lluvias llegaba turbia a los domicilios.

La solicitud de la concesión de agua fue motivada por el compromiso con la preservación del recurso, especialmente ante la amenaza de empresas interesadas en extraer agua del territorio para embotellarla.

Sin embargo, a pesar de estas acciones, se ha observado una disminución significativa en el caudal de las fuentes de agua, un fenómeno que los analqueños atribuyen a los efectos de la industrialización y el cambio climático.

Descripción de la gestión comunitaria a través de las fases metabólicas

En esta sección se describirán las fases metabólicas de la gestión comunitaria del agua, a través de cuadros. Se identificarán las categorías de justicia ambiental que destacan en cada fase. Es importante re-

cordar, como se explicó en el apartado de metodología, que no todas las categorías están representadas en cada fase.

Apropiación

La comunidad cuenta con dos tomas principales de agua: Paraje “El Pinto” y Paraje “Rancho Quemado”.

Tabla 2. Identificación de categorías de justicia ambiental en la fase de apropiación

Categoría	Resultado	Cita
Nivel de autonomía	Cabildo de bienes comunales	<i>“...la obra de captación y el cercado se hicieron con recursos de CEA...” Informante 1</i>
	Recursos financieros de CEA	
	Anteriormente tenían acuerdos con Atepec para tomar agua de sus arroyos	
Democracia participativa	Sistema de cargos y tequios en los que todos los comuneros participan. Varias obras para mejorar la red se han hecho con tequios.	<i>“Incluso se escarbó, digamos, como tequio... en un tequio se hizo, a cada ciudadano nos asignaron un tramo” Informante 1</i>
Saberes comunitarios	Las canoas que antes se ocupaban para el agua “rodada” funcionaron como guía para el establecimiento de la red de agua potable	<i>“Hemos tratado de sembrar alcátraces en esta zona... Aquí lo hemos querido implementar por lo que ayudan a eliminar materiales pesados del arrastre, por ejemplo, lo que es neumáticos, aceites, entonces por eso...” Informante 1</i>
	La plantación de alcátraces como fitoextractores es un ejemplo de intercambio de saberes que enriquece los comunitarios. Este saber además contribuye al cuidado del agua.	
Cuidado del agua	Las dos tomas de agua cuentan con canaletas y rejas para que en temporadas de lluvias el agua no llegue tan revuelta, además están cercadas para evitar su contaminación por el pastoreo de animales o presencia humana. Esta obra se logró con financiamiento gubernamental	<i>“El cercado perimetral no se hizo con recursos de CEA. Ese ya lo invirtió el Comisariado de Bienes Comunales... el comisariado optó por hacerlo... Vieron el problema con los animales y entonces después con recursos de la comunidad se hace este cercado para higiene de la toma de agua...” Informante 1</i>
	Después de terminar la construcción de la nueva red, la comunidad utilizó el sobrante de grava utilizada para hacer una especie de filtro. Esta acción la hicieron con tequio. Esto contribuye a los saberes ambientales con que la comunidad cuenta y transmite	
	En el Paraje El Pinto se encuentra en una zona considerada como área protegida, por lo que la comunidad decidió cercar un perímetro de 2 hectáreas para asegurar que no se realicen talas en esta zona. Esto se logró con recursos del comisariado de bienes comunales	

Fuente: elaboración propia

Después de ser apropiada de las dos tomas principales, el agua es conducida a un tanque secundario de captación, donde se unen los flujos de ambas tomas y son liberados a través de una sola tubería. Esta tubería cuenta con 8 válvulas ubicadas estratégicamente para regular la presión del agua en diferentes puntos de la red. El proceso de apropiación concluye una vez que el agua llega al tanque principal de almacenamiento, donde se lleva a cabo la transformación.

Transformación

El agua de Analco para consumo humano es transformada en el tanque principal de almacenamiento ubicado en el paraje “La Cruz”. El único proceso de transformación que sufre el agua previa a su circulación es la cloración.

Tabla 3. Identificación de categorías de justicia ambiental en la fase de transformación

Categoría	Resultado	Cita
Nivel de autonomía	Regidora de salud y comité de salud. El comité está integrado por una presidenta, una secretaria y un tesorero.	“...Subimos con la regidora, los cuatro, cada 2 meses... nos encargamos del tanque que surte a la población porque del otro tanque y los demás pequeños lo hace el comisariado...” <i>Informante 19</i>
	Se adhieren al proceso de cloración estipulado en la NOM-127-SSP-2021	
Democracia participativa	Sistema de cargos. De acuerdo con el escalafón los ciudadanos deberán cumplir tanto su papel en la regiduría como en el comité de salud. Incluso también hay participación de radicados fuera, haciendo de manera presencial el cargo.	“... el nombramiento me cayó de sorpresa, porque era regresarme a vivir aquí, yo solo estaba de vacaciones... pero decidí tomarlo porque además tengo tierras aquí y también tengo obligaciones” <i>Informante 3</i>
Saberes comunitarios	La comunidad ha reaccionado negativamente a la transformación del agua debido a que perciben un sabor fuerte de cloro.	“...aquí la gente no quiere que se clore el agua porque sabemos de dónde viene. Sabemos que viene directamente del manantial, ni siquiera corre un tramo para entubarse...” <i>Informante 1</i>
Cuidado del agua	Existe un tubo de desfogue en el tanque que permite el recorrido del agua.	“... casi nunca hay saturación... pero en meses de lluvia si se llega a llenar el tanque y para eso esta este tubo...” <i>Informante 1</i>

Fuente: elaboración propia

Una vez que el agua ha sido transformada es distribuida a la comunidad por medio de una válvula que conecta a las tuberías de las tomas domiciliarias.

Es crucial distinguir que, en el caso de Analco, no estamos presenciando una transformación del agua de un bien natural a un bien comercial. No se observa una

asignación de valor de cambio típico de las economías de mercado, donde el recurso se convierte en una mercancía.

Circulación

Esta fase inicia en el tanque de almacenamiento principal

Tabla 4. Identificación de categorías de justicia ambiental en la fase de circulación		
Categoría	Resultado	Cita
Nivel de autonomía	Síndico municipal, responsable de suministrar el agua	"...el síndico es quien controla la válvula... él sube a cerrarla en época seca" Informante 1
Distribución equitativa	En Analco se mantiene abierta todo el tiempo la válvula de salida y todos tienen tomas domiciliarias	"Normalmente se mantiene abierta todo el tiempo..." Informante 1
Saberes comunitarios	La comunidad conoce la ubicación de tuberías y válvulas dentro de la comunidad	"...En caso de una fuga que haya en la comunidad si es necesario se cierra la general, pero si no las válvulas internas se manipulan...ya sabe uno más o menos en donde están y que áreas cortan..." Informante 1
Cuidado del agua	En los meses de estiaje se cierra la válvula de salida por las noches para esperar la recuperación del tanque.	"En meses más críticos por ejemplo mayo la época más seca, ahí si se cierra la válvula. A lo mejor lo hacen una vez por semana" Informante 1

Fuente: elaboración propia

El agua es circulada por la red que se encuentra dentro de la comunidad hasta las tomas domiciliarias o puntos estratégicos de riego. Aquí termina la fase de circulación para dar inicio al consumo.

Consumo

Existen dos tipos de consumo el agrícola y el doméstico. Dentro del consumo agrícola, además del ya existente, la comunidad forma parte del programa “Sembrando vida”, a través de 40 comuneros inscritos en el Padrón Único de Beneficiarios en su

mayoría varones. La participación en el programa Sembrando Vida generó tensiones en la comunidad debido a la alta demanda de agua requerida para las plantas, agravada por la disminución de lluvias y el secado de ciénegas cercanas. Esto llevó a conflictos por el uso desigual del agua, ya que algunos agricultores dejaban los aspersores funcionando sin medida, afectando el riego de otros. Para resolverlo, la Asamblea implementó una solución: cada usuario debe utilizar un tinaco que, al llenarse, debe retirarse para permitir que otros accedan al agua de manera equitativa.

Tabla 5. Identificación de categorías de justicia ambiental en la fase de consumo		
Categoría	Resultado	Cita
Nivel de autonomía	Síndico municipal, tesorera. policías	"Los policías dan rondines y reportan al síndico si alguien riega fuera de los horarios acordados" Informante 1
Distribución equitativa	De hidrantes a tomas de agua. Los hidrantes ubicados estratégicamente para que todos pudieran acceder al agua, ahora todos tienen tomas domiciliarias.	"...cada usuario hace un pago anual al municipio". Informante 1
	Misma cuota fija por toma domiciliaria	
	Horarios fijos e iguales para riego establecidos en los estatutos comunales.	
	Implementación de tinacos para acceso igual en el programa de Sembrando vidas	

Saberes comunitarios	Consumo directo de los chorritos	<i>“a la gente no le gusta el sabor y nos dicen que le chamos mucho cloro, pero no, echamos lo que nos dijeron... los más grandes prefieren seguir tomando agua de chorritos cercanos...”</i> <i>Informante 19</i>
	Lavaderos por su cercanía con cuerpos de agua	
	Réplica de sistemas organizativos en los comités de Sembrando vidas	

Fuente: elaboración propia

Excreción

El proceso de excreción en Analco consiste en descargar las aguas provenientes

de las casas, a través del drenaje, hacia una planta de tratamiento diseñada de acuerdo con las características de la población.

Tabla 6. Identificación de categorías de justicia ambiental en la fase de excreción

Categoría	Resultado	Cita
Nivel de autonomía	Regiduría de salud/ Miembro de la comunidad	<i>“...esto se hizo con recurso del Estado... gracias a eso nos expidió CONAGUA el documento oficial de la concesión...”</i> <i>Informante 1</i>
	Recursos financieros de CEA	
	Expedición de documento oficial de Concesión de agua	
Distribución equitativa	Todos cuentan con drenaje	<i>“...ya había drenaje, pero a nosotros no nos tocó... los vecinos me acompañaron a demandar y gracias a eso ya conectaron a los demás...”</i> <i>Informante 30</i>
Saberes comunitarios	Cambio de fosa de oxidación por PTAR (intercambio de saberes)	<i>“...CEA nos dejó un manual para operación, qué hacer y cómo hacer el mantenimiento...”</i> <i>Informante 2</i>
	Manuales	
	Capacitaciones para evitar daños en la planta de tratamiento	
Cuidado del agua	Iniciativa propia por sistema obsoleto y preocupación por sus posibles efectos en el ambiente.	<i>“...se quedaba estancada el agua y ya tenía mucha vegetación encima... ya estaba obsoleta”</i> <i>Informante 2</i>
	Espera del primer diagnóstico de calidad para reusar el agua.	

Fuente: elaboración propia

Indicadores de gestión comunitaria del agua por fase metabólica

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en cada fase metabólica tras la aplicación del instrumento.

El porcentaje que la fase de apropiación obtuvo fue de 81.07%, colocándose en un nivel “muy alto” de gestión comunitaria del agua. Los puntos que obtuvieron una menor calificación se relacionan con las

capacitaciones externas y la carencia de insumos y repuestos para el mantenimiento. Esto demuestra que en su nivel de autonomía el tema relacionado con su relación externa tiene algunas dificultades, pero no impiden el buen manejo del agua.

La fase de transformación obtuvo 79.69% por lo tanto se encuentra en el nivel “muy alto”. Aquí el hallazgo más sobresaliente es que los responsables de esta fase no saben mucho sobre sus actividades, pero las aprenden durante su cargo. Nuevamente en esta fase la obtención de los in-

sumos para el logro del proceso está en un nivel bajo. Aunque el proceso es efectivo, la comunidad no lo acepta completamente debido a que el cloro altera el sabor del agua, lo que genera inconformidad.

La fase de circulación obtuvo un 76.47% lo que corresponde “muy alto”. El hallazgo principal es que no buscan apoyo ni consejo de autoridades pasadas, lo que afecta sus saberes comunitarios. Sin embargo, la construcción de la red de agua se basó en obras anteriores, lo que indica un reconocimiento implícito de dichos saberes.

El consumo se encuentra en nivel alto, con un 62.5%. Uno de los niveles más bajos se encontró en la falta de cisternas, debido a que Analco cuenta con un sistema que de circulación constantemente no requiere su implementación, por lo que dicho indicador se sale de la realidad del sujeto de estudio. Se observa bajo nivel en los procedimientos de cobro del servicio, ya que las tarifas son simbólicas y no se priva a nadie del servicio por no poder pagarlas, debido a que el agua es vista como una necesidad vital. La comunidad recibe apoyo federal para cubrir los gastos de mantenimiento y operación, a través del ramo 33. Por último, la percepción del agua transformada, ya que la comunidad prefiere el agua de manantial, reforzando sus saberes tradicionales sobre el consumo.

La fase de excreción obtuvo un porcentaje de 87.5% por lo que también se considera “muy alto”. Nuevamente los datos más bajos están relacionados con el origen

de los recursos y accesorios los cuales se gestionan a través del ramo 28 y en esta etapa el nivel de participación es menor que en las otras fases.

Conclusiones

La gestión comunitaria del agua en Analco analizada a través del metabolismo social se caracteriza por una gobernanza alta, basada en la integración de principios de justicia ambiental, la organización colectiva y la participación de sus habitantes en la toma de decisiones. A partir de la experiencia de Analco, se desarrolló un instrumento de evaluación que conecta cada fase del metabolismo social con las categorías de justicia ambiental, validando la existencia de una gobernanza sólida, orientada a estos principios. Se observó que la comunidad ha logrado establecer un sistema sólido que combina leyes locales y estatales para un manejo equitativo del recurso. Esta solidez se refleja en la distribución justa del agua, la incorporación de saberes comunitarios y la autonomía en su gestión, lo que fortalece la cohesión social y la eficiencia del sistema. A pesar de esta fortaleza, la gobernanza en Analco no está exenta de tensiones. En este contexto, la comunidad ha tomado decisiones clave sobre la gestión del agua, replanteando la distribución de responsabilidades y la estructura organizativa para responder a sus propias necesidades y principios de autonomía.

La comunidad considera que el manejo del agua es un tema de alta prioridad que debe ser gestionado por las autoridades

des agrarias y municipales. Esta postura condujo a la eliminación de su comité de agua y a la repartición de responsabilidades entre los representantes. La omisión de un comité de agua no reduce la democracia participativa, ya que como se ha mencionado, durante la vida comunitaria los ciudadanos y comuneros se involucran activamente en las soluciones y acciones de manejo del agua. Esto señala que el valor radica en la buena organización y en la atención que le dan los miembros de cada institución a los problemas del agua y no en la figura organizativa.

Esta cualidad se alinea a la visión de Bolívar Echeverría sobre lo político, quien la define como una dimensión esencial de la vida humana, que permite a la comunidad organizarse y participar activamente en los asuntos que afectan su vida, tanto en momentos de crisis como en la cotidianidad, y va más allá de la política formal (Echeverría, 1996). A diferencia de las sociedades occidentales, donde los cargos son delegativos y la comunidad se involucra poco en las decisiones, perdiendo el interés colectivo. Esto fomenta una actitud de poder en los servidores públicos y empobrece la cultura política, reduciendo la participación ciudadana a un rol pasivo. En este sentido, lo político se relaciona directamente con la gobernanza del agua, donde su buen funcionamiento se observa en: a) la relación del Estado y la comunidad, y b) la participación de todos los involucrados.

En cuanto a la relación con el Estado, se observa cómo la Ley de Aguas Nacionales somete a la comunidad al requerirle obtener una concesión de agua a nombre

de una persona física, lo cual choca con la lógica colectivista comunitaria, pero refleja un ethos barroco capaz de asumir y reinterpretar imposiciones, creando espacios de autonomía y libertad dentro de un contexto opresivo (Echeverría, 2000). Analco ha demostrado que cumplir con los mandatos federales beneficia la reapropiación social de la naturaleza (Leff, 2004) y evita la participación de externos en su manejo. Además, se beneficia de los programas de gobierno como “Sembrando vida” y egresos de la federación para cubrir algunas necesidades.

En cuanto a la participación activa de todos los involucrados puede ser evidenciada a través de la comunidad extendida, la cual ha logrado replicar su sistema organizativo más allá de sus límites geográficos, lo que mantienen un vínculo constante con la comunidad y un involucramiento de todos los analqueños. Sin embargo, es importante mencionar que aún existe exclusión de género en algunas decisiones y actividades relacionadas con la gestión del agua.

Referencias bibliográficas

- Acosta, A., & Martínez, E. (2011). *El buen vivir, una vía para el desarrollo*. Quito, Ecuador: Editorial Abya-Yala. Recuperado de <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/788>
- Agarwal, B. (2001). Participatory exclusions, community forestry, and gender: An analysis for South Asia and a conceptual framework. *World Develop-*

- ment, 29(10), 1623-1648. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00066-3)
- Aguilar, L. (2006). *Gobernanza y gestión pública*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bullard, R. (1999). Dismantling environmental racism in the USA. *Local Environment*, 4(1), 5-15.
- Burhenne, F., & Scanlon, J. (Eds.). (2004). International environmental governance: An international regime for protected areas. *IUCN: Environmental Law Programme*, 1-2.
- Díaz, , L., , Torruco, , U., , Martínez, , M., , & Varela, , M, (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7), 162-167. Recuperado el 10 de junio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es
- Echeverría, B. (1996). Lo político en la política. *Theoría*. Revista del Colegio de Filosofía, 4, 11-21.
- Echeverría, B. (2000). La modernidad de lo barroco. México: Ediciones Era. Recuperado de https://www.google.com.mx/books/edition/La_modernidad_de_lo_barroco/3I6Ln6cNpi-8C?hl=es-419&gbpv=0
- Fick, U. (2007). *Diseño de la investigación cualitativa*. Ediciones Morata.
- García, S. E. M., & Lara, F. H. N. (2020). Metabolismo social del agua residual en el Valle del Mezquital en Hidalgo, México. *Revista Latinoamericana El Ambiente y las Ciencias*.
- Guber, R. (2011). *La etnografía, método, campo y reflexividad*. Bogotá: Grupo Editorial Norma. Capítulo 4: La entrevista etnográfica o el arte de la no directividad.
- Hernández, M. E. (2017). *Procesos de gobernanza comunitaria frente a la vulnerabilidad hidráulica* (Tesis de maestría). Universidad de Sierra Juárez, Oaxaca, México.
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*.
- Izcara, S. P. (2014). *Manual de investigación social. Introducción a los métodos y su diversidad*. Bogotá: Universidad de los Andes. El capítulo 4: El uso de los métodos cualitativos. P. 143-176.
- LAN. Ley de Aguas Nacionales. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua, 2004, pp. 3, 4.
- Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI Editores.
- Lugo, D. R., de Jesus Desiderio, E., & Franco, M. L. F. (2018). Prácticas y saberes comunitarios en la Sierra Norte de Puebla: el caso del café, sus plagas y enfermedades. *RIAA*, 9(2), 2.

- Maldonado, J., Pérez, M., & López, A. (2019). La gestión comunitaria del agua en comunidades indígenas de Oaxaca: Una aproximación desde la justicia ambiental. *Revista Mexicana de Sociología*, 81(2), 345-372. <https://doi.org/10.22201/cimsur.01874670e.2019.2.671>
- Martínez Alier, J. (2001). *El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Editorial Icaria.
- Mendoza Díaz, M. M. (2008). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras* (Tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Escuela de Posgrado, Turrialba, Costa Rica.
- Montoya, E., & Rojas-Robles, R. (2016). Elementos sobre la gobernanza y la gobernanza ambiental. *Gestión y Ambiente*, 19(2), 302-317.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2015). Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE. Junta Directiva de Gobernanza Pública y Desarrollo Territorial. Recuperado de <https://www.oecd.org/gov/regional-policy/OECD-Principles-Waterspanish>
- Rincón, M. A. P. (2018). La justicia ambiental como línea estratégica de la economía ecológica: ¿Cómo evidenciar las injusticias ambientales? *Gestión y Ambiente*, 21(1), 57-68.
- Powell, R., & Single, M. (1996). Focus groups. *International Journal of Quality in Health Care*, 8(5), 499-504. <https://doi.org/10.1093/intqhc/8.5.499>
- Programa Municipal de Desarrollo de San Juan Evangelista Analco. (2021).
- Restrepo, M., & Nieto Rodríguez, M. (2020). Governability or governance in water resource management. The colombian case. *Revista Republicana*, 28(28), 159-178. Recuperado a partir de <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/revistarepublicana/article/view/610>
- Romero-González, J. (2012). El impacto ambiental de la industria militar. *El País*. Recuperado de <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2025-01-22/el-impacto-ambiental-de-la-industria-militar.html>
- Sandoval, A., & Günther, M. G. (2013). La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: Otros acercamientos a la sustentabilidad. *Ra Ximhai: Revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 9(2), 165-179.
- Schlosberg, D. (2011). Justicia ambiental y climática: De la equidad al funcionamiento comunitario. *Ecología política*, (41), 25-35.
- Shiva, V. (2003). *Agua, riqueza y pobreza: La crisis hidráulica en el mundo en desarrollo*. Editorial Icaria.
- Toledo, V. M. (2008). Metabolismos rurales: Hacia una teoría económico-ecoló-

gica de la apropiación de la naturaleza.
Revibec: Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica, 7, 001-26.

http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/Gobernanza%20para%20GIRH%202012.pdf

Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: Una nueva teoría socioecológica. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, 34(136), 41-71.

Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. En Vasilachis, I. (Coord.), *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa Editorial. Barcelona, España. pp. 23-64.

VI Foro Mundial del Agua. (2012). Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos. Recuperado el 20 de octubre de 2014, de

Vega Cantor, R. (2009). Crisis civilizatoria. *Herramienta*, 15. Recuperado de <https://www.herramienta.com.ar/crisis-civilizatoria>

Diagnóstico de disponibilidad del recurso hídrico para el proyecto ejecutivo del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec¹

Jorge Antonio Silvestre Acevedo
Martínez²; Maricela Castillo Leal³;
Julita Moreno Avendaño⁴; Erick
Méndez Díaz⁵

Resumen

El agua es un recurso vital para el desarrollo de las regiones. Su disponibilidad y gestión sostenible son determinantes para la calidad de vida y el progreso de las sociedades. En la economía, la escasez o mala gestión puede afectar la producción de bienes y servicios, limitando el crecimiento económico. La presente investigación aborda la problemática del abastecimiento del agua en la región del Istmo de Tehuantepec, en el marco del Corredor Interoceá-

nico (CIIT). Su objetivo, estimar mediante un método estadístico, la disponibilidad del recurso hídrico que ofrece el acuífero Tehuantepec, en relación con el volumen de agua requerido y dimensionado por el proyecto ejecutivo del CIIT. Metodológicamente, la investigación se integra por un marco de referencia contemplando antecedentes, aspectos técnicos, normativos y de administración pública. Se definió una metodología estadística para validar el planteamiento hipotético de la investigación, a través de la prueba de “U” de Mann y Whitney utilizando los siguientes criterios: 1.-análisis de capacidades de disponibilidad de volumen de agua del estudio hidrológico del Acuífero Tehuantepec y los usos actuales del recurso hídrico, 2.-análisis de la prospección de usos del agua y la capacidad de volumen necesaria para el año 2050, estimado en el proyecto ejecutivo del CIIT. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que la disponibilidad del recurso hídrico que ofrece el Acuífero Tehuantepec, con relación al volumen de agua requerido y dimensionado por el proyecto ejecutivo del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT) para el año 2050, no es suficiente.

Palabras clave: acuífero, recurso hídrico, Corredor Interoceánico, Tehuantepec.

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación “Efectos de la globalización y los polos industriales en los talleres textiles del corredor interoceánico del Istmo de Tehuantepec”, como requisito para optar al programa de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, del Instituto Tecnológico de Oaxaca.

2 Doctor en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Líder del Cuerpo Académico en Consolidación “Desarrollo Regional, Competitividad e Innovación” CA-ITO-6, Oaxaca de Juárez, México, E-mail: amartinez@itoaxaca.edu.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5598-3214>.

3 Doctora en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, TecNM/campus Oaxaca, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Miembro del Cuerpo Académico en Consolidación “Desarrollo Regional, Competitividad e Innovación” CA-ITO-6, Oaxaca de Juárez, México, E-mail: cleal@itoaxaca.edu.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3281-4135>.

4 Doctora en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Posdoctorante en el Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, México, E-mail: julitamorenoave@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7482-8159>.

5 Maestro en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, México, erickmendez1986@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0067-4417>.

Assessment of Water Resource Availability for the Executive Project of the Interoceanic Corridor of the Isthmus of Tehuantepec

Abstract

Water is a vital resource for regional development. Its availability and sustainable management are determining factors for the quality of life and progress of societies. In the economy, scarcity or poor management can affect the production of goods and services, limiting economic growth. This research addresses the problem of water supply in the Isthmus of Tehuantepec region, within the framework of the Interoceanic Corridor (CIIT). Its objective is to estimate, by means of a statistical method, the availability of the water resource offered by the Tehuantepec aquifer, in relation to the volume of water required and dimensioned by the CIIT executive project. Methodologically, the research is integrated by a frame of reference contemplating background, technical, normative and public administration aspects. A statistical methodology was defined to validate the hypothetical approach of the research, through the Mann and Whitney “U” test using the following criteria: 1.-analysis of water volume availability capacities of the hydrological study of the Tehuantepec Aquifer and the current uses of the water resource, 2.-analysis of the prospection of water uses and the volume capacity required for the year 2050, estimated in

the CIIT executive project. Based on the results obtained, it is concluded that the availability of the water resource offered by the Tehuantepec Aquifer, in relation to the volume of water required and sized by the executive project of the Interoceanic Corridor of the Isthmus of Tehuantepec (CIIT) for the year 2050, is not sufficient.

Keywords: aquifer, water resource, Interoceanic Corridor, Tehuantepec.

Introducción

El agua, es un recurso vital para el desarrollo de una comunidad o región en diversos aspectos. Su disponibilidad y gestión sostenible son determinantes para la calidad de vida y el progreso de las sociedades. En la economía, la escasez o mala gestión puede afectar la producción de bienes y servicios, limitando el crecimiento económico. El presente trabajo de investigación aborda la problemática del abastecimiento del agua en la región del Istmo de Tehuantepec, dentro de un ámbito de sustentabilidad y equilibrio en la disponibilidad de los recursos naturales, en este caso el recurso hídrico, ya que en la actualidad se ha implementado el proyecto del Corredor Interoceánico del Istmo de

Tehuantepec (CIIT), así como los Polos de Desarrollo para el Bienestar (PODEBI).

Ambos proyectos se encuentran en su fase de construcción, lo cuales convergen en un corredor industrial dentro de la trayectoria de la ruta del interoceánico, enmarcado por los puertos de Salina Cruz, en la región del Istmo de Tehuantepec y el Puerto de Coatzacoalcos, perteneciente al estado de Veracruz, siendo la importancia de este proyecto el poder conectar el Océano Pacífico con el Océano Atlántico para reactivar la economía regional a través de nuevos canales de distribución de mercancías y servicios con una perspectiva global.

Para ello, se ha proyectado un plan estructural donde se diseña la infraestructura del proyecto ejecutivo del CIIT, propuesto por el gobierno del estado de Oaxaca, siendo uno de sus temas relevantes para gestionar la demanda de agua en la región del Istmo de Tehuantepec, considerando diferentes anualidades como lo son: 2023, 2030, 2040 y 2050. En dicho sentido esta investigación tiene como objetivo estimar mediante un método estadístico, la disponibilidad del recurso hídrico que ofrece el acuífero Tehuantepec, en relación con el volumen de agua requerido y dimensionado por el proyecto ejecutivo del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT).

Por lo anterior, se desarrolló un marco de referencia en donde se contempla el aspecto técnico del acuífero Tehuantepec, con base en los estudios técnicos y nor

mativos realizados por la dependencia de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), siendo este último el organismo responsable de los aspectos administrativos y de regulación en materia del agua.

Así mismo, se desarrolló una metodología para realizar la medición correspondiente de los datos proporcionados del proyecto ejecutivo y el estudio técnico hidrológico, para analizar la disponibilidad del recurso con respecto a los volúmenes de aguas requeridos y estimados en el proyecto del CIIT. Esta metodología es una herramienta que se puede replicar en investigaciones similares o análogas al fenómeno estudiado, para corredores industriales, conformado por polos de desarrollo y particularmente para el CIIT.

Marco de referencia

Los antecedentes que enmarcan esta investigación se basan en el estudio de actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tehuantepec con número de clave 2007 en el estado de Oaxaca (CONAGUA, 2024), el cual nos sirve como referencia para poder dimensionar de forma técnica y mediante un método estadístico la disponibilidad del recurso hídrico en el proyecto ejecutivo del CIIT que sea consistente en un primer momento, dentro de la línea de investigación del presente trabajo. La importancia de este estudio técnico recae en que concentra información sobre las reservas de agua potable que abastecerá a la región donde se im

plementará el proyecto. Por lo anterior se inicia este marco referencial, mediante los conceptos y normas empleados en el estudio hidrológico del Acuífero Tehuantepec.

Las generalidades de la investigación se basan en el marco normativo que se encuentra en La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento. En dicha ley se contempla que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es el organismo encargado de publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso específico de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CO-NAGUA-2015, “conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales” (SEMARNAT, 2015, s/p). Esta norma fue elaborada por un grupo de especialistas de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, gobiernos estatales y municipales y la CONAGUA.

En ese tenor, la Norma Oficial Mexicana (NOM) establece, para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, la realización de un balance donde se defina de manera precisa la recarga, y derivado de esta recarga se pueden deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen de extracción de aguas subterráneas. Los

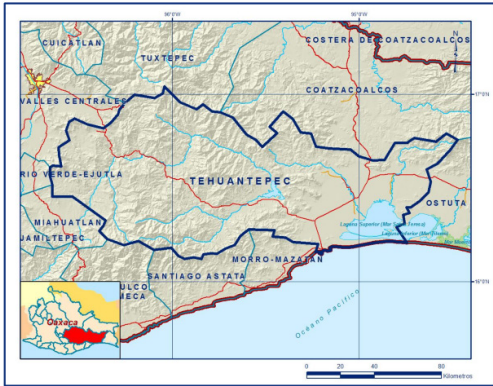
resultados técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información, se especifique claramente el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar.

La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, transparentar la administración del recurso, planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios, en dicho sentido para el proyecto de investigación resulta de gran utilidad tener el marco legal definido por las normas técnicas y legislaciones mexicanas.

Ahora bien, el Acuífero Tehuantepec, definido con la clave 2007 por la CONAGUA, se localiza en la porción suroriental del estado de Oaxaca, entre los paralelos 16°07'20" y 17°22'28" de latitud norte y entre los meridianos 94°28'30" y 96°39'16" de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 14,015 km² (CONAGUA, 2015).

Limita al norte con los acuíferos Tuxtepec y Coatzacoalcos, al este con Ostuta; al oeste con los acuíferos Río Verde-Ejutla y Miahuatlán; al suroeste con Huatulco, al sur con Santiago Astata y Morro Mazatán; al noroeste con Valles Centrales, todos ellos del estado de Oaxaca. Al sureste su límite natural es el Golfo de Tehuantepec en el Océano Pacífico (CONAGUA, 2015).

Figura 1. Localización del acuífero Tehuantepec



Fuente: obtenido de CONAGUA (2015)

En la superficie que cubre el acuífero de interés, se han llevado a cabo diversos estudios geohidrológicos de evaluación, dentro de los más importantes y que se toman como antecedentes se mencionan los siguientes:

- “Estudio geohidrológico del subalveo del río Tehuantepec, estado de Oaxaca” (1976)

Realizado en 1976 por Petróleos Mexicanos. Tuvo como objetivo la cuantificación y evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y la localización de sitios favorables para la perforación de pozos que abastecerían de agua a la refinería localizada en Salina Cruz. Entre sus actividades de campo más relevantes destacan el censo e hidrometría de las extracciones, piezometría, aforos de ríos, realización de pruebas de bombeo, muestreo de aguas, exploraciones geofísicas y reconocimientos de campo (PEMEX, 1976).

- “Estudio geohidrológico preliminar de la zona de Tehuantepec, Oaxaca” (1979)

Realizado en 1979 por Rocha y Asociados, S. A. de C.V. (ROASA), para la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH, 1979). El estudio tuvo como objetivo determinar la condición de explotación del acuífero. Concluye que debido a que la extracción era poca significativa, principalmente a través de un número muy grande de norias y algunos pozos para uso industrial, el acuífero estaba en condición de subexplotación y que la baja permeabilidad de los materiales ubicados fuera del cauce de los ríos no permite considerar a los acuíferos de la zona como fuente potencial de agua subterránea (SARH, 1979).

- “Exploración geofísica en el distrito de riego en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca” (1990)

Realizado en 1990 por GEOELEC, S. A. DE C.V., para la Comisión Nacional del Agua. Identifica un espesor de hasta 350 m de depósitos aluviales del acuífero en explotación en la región comprendida al oeste de las localidades del Espinal, norte de Juchitán y suroeste de Comitancillo. Las calizas cretácicas que afloran en la región constituyen una fuente potencial debido sus condiciones favorables de permeabilidad secundaria por fracturamiento (Goelec, 1990).

- “Estudio de actualización de mediciones piezométricas en los acuíferos Tehuantepec, Río Ostuta, Nochixtlán y Huatulco del estado de Oaxaca y Cuajinicuilapa del estado de Guerrero (2020)”

Realizado en 2020 por COPEI, Ingeniería, S.A. de C.V. para la Comisión Nacional del Agua; (https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/oaxaca/DR_20_07.pdf), Recaba información piezométrica y realiza configuraciones del nivel estático para analizar y describir su comportamiento. (COPEI,2020).

- *“Información piezométrica del acuífero Tehuantepec, Oaxaca (2019)”*

Se utilizó la información piezométrica para la elaboración de las configuraciones del nivel estático, dentro de los aspectos técnicos integrados en la materia de hidrogeología, se define el tipo de acuífero Tehuantepec, a partir de la información geológica e hidrogeológica superficial y del subsuelo, recabada en el acuífero, así como lo observado en otros acuíferos vecinos que tienen el mismo origen, evolución y constitución geológica, es posible definir la presencia de un acuífero de tipo libre heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido horizontal como vertical, de baja capacidad de almacenamiento, conformado por dos medios hidrogeológicos, uno de naturaleza porosa y otro fracturado (CONAGUA, 2019).

El medio poroso constituye la unidad superior y está representado por los sedimentos aluviales de granulometría que varía de gravas a arcillas, que constituyen el lecho y la llanura de inundación del río Tehuantepec y arroyos tributarios, así como depósitos eólicos, litorales y conglomerados que conforman la planicie costera. Esta es la unidad que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la re-

gión. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas principalmente volcánicas, entre las que destacan andesitas, dacitas y tobas, que presentan permeabilidad secundaria por fractura. Las calizas y areniscas constituyen horizontes acuíferos que pueden presentar condiciones de confinamiento o semiconfinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas y limolitas.

Así mismo se retoman los parámetros hidráulicos, en el estudio realizado en 1979, se llevaron a cabo pruebas de bombeo de corta duración en norias, tanto en etapa de abatimiento como de recuperación (SARH, 1979). Adicionalmente, en acuíferos vecinos que tiene origen, evolución y constitución geológica común, se ejecutaron otras pruebas de bombeo. Los resultados de su interpretación por métodos analíticos convencionales reportaron valores de transmisividad que varían en un rango muy amplio de 2.5×10^{-4} a $49.7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (21.6 a $4294.0 \text{ m}^2/\text{día}$). La conductividad hidráulica varía de 4.3 a 155.5 m/d (5.0×10^{-5} a $1.8 \times 10^{-3} \text{ m/s}$), considerando el espesor saturado de las norias.

Los valores más altos corresponden a los sedimentos clásticos de mayor granulometría y mejor clasificados que constituyen el cauce de los ríos y arroyos, o a zonas de mayor espesor saturado. En cuanto a los valores del coeficiente de almacenamiento, sólo una prueba se realizó con pozo de observación (PEMEX, 1976), obteniendo un rendimiento específico de 0.042 . Sin embargo, para fines del balance de aguas subterráneas, se adoptó un valor de rendimiento específico (Sy) de 0.06 .

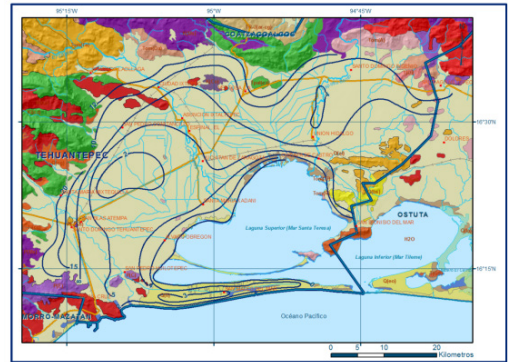
Con respecto a la Piezometría, se obtiene el análisis del comportamiento de los niveles del agua subterránea, ya que se cuenta con la información recabada como parte de las actividades del estudio realizado en 2002 además de registros históricos durante el periodo 2000-2019, obtenidos por el Organismo de Cuenca Pacífico Sur, en la red de monitoreo piezométrico.

Para el planteamiento del balance de aguas subterráneas se eligió el periodo 2009-2019 que tiene mayor y mejor distribución espacial. Debido a que los niveles estáticos se han mantenido más o menos constantes, únicamente se describen las configuraciones del 2019.

Teniendo un comportamiento hidráulico en cuanto a la profundidad al nivel estático, la profundidad al nivel del agua subterránea en el año 2019 presentó valores que variaron desde algunos centímetros en la zona costera hasta 20 m, los cuales se incrementan por efecto de la topografía, de la planicie costera y del cauce del río Tehuantepec y arroyos hacia las estribaciones de las sierras que limitan el valle, conforme se asciende topográficamente.

Los niveles estáticos más someros, menores de 3 m, se registraron en la porción costera, en la zona que bordea a la Laguna Superior y en el área agrícola del Distrito de Riego 019; en tanto que las mayores profundidades, de 10 a 20 m, se presentaron en las porciones norte y oeste del acuífero, entre las poblaciones Santo Domingo Ingenio y Ciudad Ixtepec, y entre Santo Domingo Tehuantepec y Santa María Mixtequilla, respectivamente.

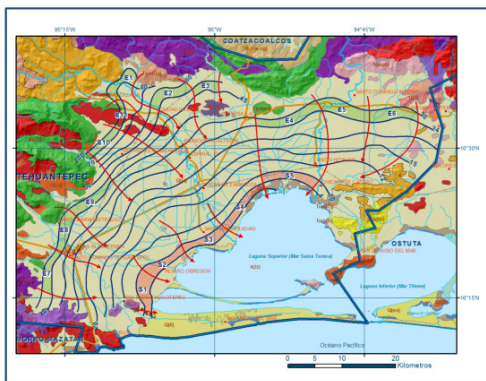
Figura 2. Profundidad a nivel estático en m (2019)



Fuente: CONAGUA (2024).

Con respecto a la elevación del nivel estático, en 2019 se registraron valores que variaron de 4 a 100 msnm, que se incrementan de la planicie costera y del cauce del río Tehuantepec, en dirección a los flancos de las sierras que delimitan el acuífero. Los valores más altos, 70 a 100 msnm, se registran en el extremo noroccidental del acuífero, entre Ciudad Ixtepec y Santiago Laollaga, desde donde descienden gradualmente hacia el sureste y sur por efecto de la topografía, al igual que los valores de profundidad, hacia la planicie costera y hacia la Laguna Superior. Los valores más someros, de 2 a 4 msnm, se presentan en la zona que rodea a la Laguna Superior y en la barra arenosa costera, mostrando de esta manera una dirección preferencial del flujo subterráneo noroeste-sureste y norte-sur, paralela a la dirección del escurrimiento superficial. Las zonas de recarga se localizan en las sierras constituidas por calizas y rocas volcánicas que limitan al valle.

Figura 3. Elevación del nivel estático en msnm (2019).

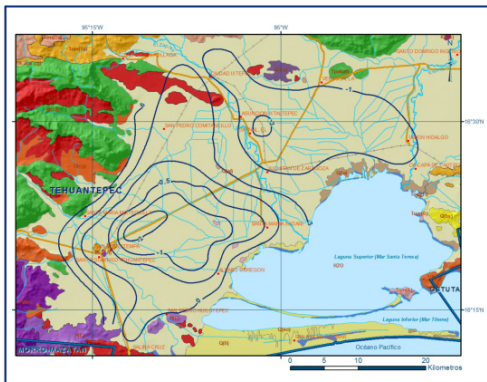


Fuente: CONAGUA (2024)

Es importante considerar que la evolución del nivel estático, para el periodo 2009-2019, registró valores tanto de recuperación como de abatimiento. Los primeros varían de 3 a 6 m, es decir de 0.3 a 0.6 m anuales, y se registraron en las porciones noroccidental y occidental del valle, entre las poblaciones San Pedro Comitancillo, Santa María Mixtequilla y Santo Domingo Tehuantepec.

Los abatimientos varían de 0.5 a 3 m, que representan 0.05 a 0.3 m anuales, y se presentaron en la zona del distrito de riego, entre los poblados San Lucas Atempa, Álvaro Obregón y Santa María Xadani; y en la porción norte entre los poblados Ciudad Ixtepec, Juchitán, Unión Hidalgo y La Ventosa. En la mayor parte de la zona de explotación los niveles del agua subterránea no presentaron variaciones importantes en su posición.

Figura 4. Evolución del nivel estático en m (2009-2019).



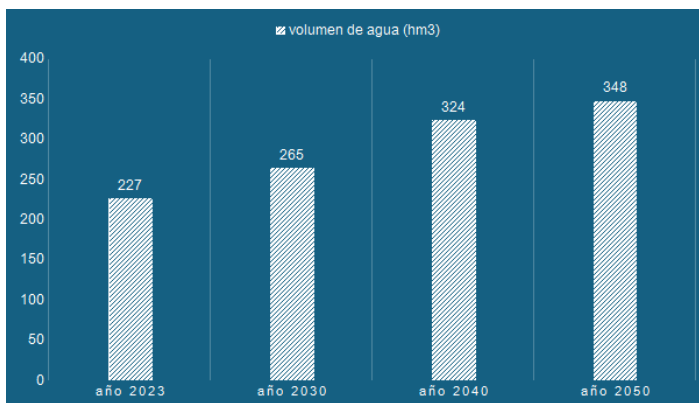
Fuente: CONAGUA (2024)

Ahora bien, de acuerdo con la información del censo de aprovechamientos del agua subterránea del año 2002, proporcionada por el Organismo de Cuenca Pacífico Sur, se registró la existencia de 533 aprovechamientos; y de acuerdo con los datos reportados por el Registro Público de Derechos de Agua, se tiene registrado un volumen de extracción por bombeo, de 38.6 hm³ anuales, a la fecha de corte del 30 de diciembre del 2022. De los cuales 24.4 hm³ (63.2%) son para uso agrícola, 13.1 hm³ (33.9%) para abastecimiento de agua potable a las comunidades, 0.1 hm³ (0.3%) para uso doméstico-pecuario, 0.3 hm³ (0.8%) para servicios y 0.7 hm³ (1.8%) para uso múltiple, adicionalmente, a través de los 2 manantiales más importantes que son los conocidos con los nombres de Laollaga y Tlacotepec, se descarga un volumen de 39.6 y 52.5 hm³ anuales, respectivamente, que en total suman 92.1 hm³ anuales (SGT, 2024).

Hasta esta parte de la investigación, se ha referido la parte técnica y normativa del Acuífero Tehuantepec estudiado, a continuación, se hace referencia al proyecto ejecutivo del CIIT (Surbana Jurong y Snowy Mountains Engineering Corporation,

2019), Ahora bien, dentro de los puntos relevantes del proyecto ejecutivo de referencia, la investigación se enfoca en su plan estructural, del cual se obtiene el siguiente dimensionamiento, con respecto a la proyección de la disponibilidad del recurso hídrico como se muestra en la Gráfica 1:

Gráfica 1. Dimensión de disponibilidad de agua del proyecto ejecutivo del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec.



Fuente: elaboración propia, con datos del proyecto ejecutivo del corredor interoceánico del Istmo de Tehuantepec, Gobierno del Estado de Oaxaca.

Metodología

Para el análisis de la disponibilidad del recurso hídrico en el proyecto ejecutivo del corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT), se ocupó la siguiente metodología:

- Análisis de capacidades de disponibilidad de volumen de agua del estudio hidrológico del Acuífero Tehuantepec, y los usos actuales del recurso hídrico, lo anterior es necesario para establecer la primera muestra independiente.
- Análisis de la prospección de usos del agua y la capacidad de volumen necesaria para el año 2050, estimado en el proyecto ejecutivo del CIIT (Surbana y Snowy, 2019)., lo anterior es necesario para establecer la segunda muestra independiente.
- Método estadístico, por medio de la prueba “U” de Mann y Whitney, para dos muestras independientes (Infante y Zarate, 1990), ya que las muestras definidas en los puntos que anteceden son de una escala de medición del tipo ordinal.

En el caso del Acuífero Tehuantepec, se tiene una disponibilidad para los siguientes usos del recurso hídrico, de los cuales 24.4 hm³ (63.2%) son para uso agrícola, 13.1 hm³ (33.9%) para abastecimiento de agua potable a las comunidades, 0.1 hm³ (0.3%) para uso doméstico-pecuario, 0.3 hm³ (0.8%) para servicios y 0.7 hm³ (1.8%) para uso múltiple (Tabla 1).

Lo anterior, con base al registro de un volumen de extracción de 38.6 hm³ anuales, a la fecha de corte del 30 de diciembre del 2022, de acuerdo con los datos reportados por el Registro Público de Derechos de Agua (Registro Público de Derechos de Agua, 2024), mismos que se concentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Concentrado de usos del recurso hídrico, para muestreo uno, del acuífero Tehuantepec			
Usos del Recurso Hídrico, del Acuífero Tehuantepec	Hectómetros cúbicos de agua	Porcentaje de disponibilidad del agua, de los usos censados	Promedio de valores para fines estadísticos. (muestreo uno)
1.- Agrícola	24.4 hm ³	63.2 %	24
2.- Abastecimiento de agua potable a las comunidades	13.1 hm ³	33.9%	13
3.-Domestico-Pecuario	0.1 hm ³	0.3%	0
4.-Servicios (purificadoras, pipa)	0.3 hm ³	0.8%	0
5.- Uso múltiple (Industria)	0.7 hm ³	1.8%	1

Fuente: elaboración propia de datos retomados de estudio (CONAGUA, 2024).

Para el caso de la muestra independiente número 2, con respecto de los usos de la disponibilidad del recurso hídrico del proyecto ejecutivo del Corredor Interoceánico (CIIT), se tiene como referencia los millones de metros cúbicos anuales, dimensionados en el proyecto ejecutivo estudiado, previsto de la siguiente manera, para el año 2023 es de 227 M m³/anuales,

para el año 2030, es de 265 M m³/anuales, para el año 2040 es de 324 M m³/anuales, para el año 2050 es de 348 M m³/anuales (De Veracruz, 2022), lo que convertido en el mismo sistema de escala de la muestra número 1, se obtiene un valor en hectómetros cúbicos ya que un hectómetro cubico equivale a un millón de metros cúbicos de agua, como se concentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Concentrado de anualidades y dimensionamiento de agua del proyecto ejecutivo del CIIT. (Surbana y Snowy, 2019).	
Anualidad	Dimensionamiento de agua del Proyecto Ejecutivo del CIIT.
2023	227 hm ³
2030	265 hm ³
2040	324 hm ³
2050	348 hm ³

Fuente: elaboración propia de datos retomados del Proyecto Ejecutivo del CIIT (Surbana y Snowy, 2019).

Como se logra apreciar se tiene un estimado de 348 hm³ para el año 2050, dentro del proyecto ejecutivo del corredor interoceánico del Istmo de Tehuantepec. Mismo

que ponderado conforme a los porcentajes de los usos actuales se obtienen los siguientes volúmenes de agua concentrados en la Tabla 3:

Tabla 3. Concentrado de usos y porcentajes del recurso hídrico del Acuífero Tehuantepec, proyecto ejecutivo del CIIT. (Surbana y Snowy, 2019)		
Usos / porcentajes:	100%	348 hm3
1.- Agrícola	63.2 %	219.936
2.- Abastecimiento de agua potable a las comunidades	33.9%	117.972
3.-Domestico-Pecuario	0.3%	1.044
4.- Servicios (purificadoras, pipa)	0.8%	2.784
5.- Uso múltiple (Industria)	1.8%	6.264

Fuente: elaboración propia de datos retomados del proyecto ejecutivo del CIIT (Surbana y Snowy, 2019).

Tabla 4. Concentrado de usos del recurso hídrico para muestreo dos del Acuífero Tehuantepec			
Usos del Recurso Hídrico, del Proyecto ejecutivo del CIIT	Hectómetros cúbicos de agua	Porcentaje de disponibilidad del agua, de los usos censados	Promediación de valores para fines estadísticos. (muestreo dos)
1.- Agrícola	219.936 hm ³	63.2 %	220
2.- Abastecimiento de agua potable a las comunidades	117.972 hm ³	33.9%	118
3.-Domestico-Pecuario	1.044 hm ³	0.3%	1
4.- Servicios (purificadoras, pipa)	2.784 hm ³	0.8%	3
5.- Uso múltiple (Industria)	6.264 hm ³	1.8%	6

Fuente: elaboración propia de datos retomados del proyecto ejecutivo del CIIT. (Surbana y Snowy, 2019).

Por lo anterior, extraemos los valores para fines estadístico de las muestras uno (Me1) y dos (Me2).

Tabla 5. Concentrado de usos del recurso hídrico, para muestreo uno y dos, en el acuífero Tehuantepec	
MUESTREO UNO: (Usos del Recurso Hídrico, del Acuífero Tehuantepec.)	MUESTREO DOS: (Usos del Recurso Hídrico, del Proyecto Ejecutivo del CIIT.)
24	220
13	118
0	1
0	3
1	6

Fuente: elaboración propia con datos retomados del estudio (CONAGUA, 2024).

Por lo anterior, realizamos el planteamiento de la hipótesis a desarrollar mediante el método estadístico elegido, debido que es una prueba no paramétrica y aplicable para un número menor de 30 casos, como lo es con la prueba U de Mann y Whitney, quedando el planteamiento de hipótesis de la siguiente forma:

“¿Existe disponibilidad del recurso hídrico en el acuífero Tehuantepec, para el proyecto ejecutivo del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT), para el año 2050?”

Quedando definidas las hipótesis de la siguiente manera:

Ho = Me1 = Me2; hipótesis nula para ser aceptada o rechazada.

Ha= Me1 ≠ Me2; hipótesis alternativa.

Desarrollo de la metodología con el siguiente conjunto de datos recabados en las muestras de referencia.

Conjunto de datos:

Tabla 6. Concentrado de anualidades y dimensionamiento de agua del proyecto ejecutivo del CIIT. (Surbana y Snowy, 2019)					
MUESTREO UNO: (Usos del Recurso Hídrico, del Acuífero Tehuantepec.)	24	13	0	0	1
MUESTREO DOS: (Usos del Recurso Hídrico, del Proyecto Ejecutivo del CIIT.)	220	118	1	3	6

Fuente: elaboración propia de datos retomados del estudio (CONAGUA, 2024).

Considerando que el nivel de significancia es del 5%, mismo que se reparte en los extremos de la campana en el cual se con-

sidera la zona de rechazo, siendo simétrica queda en 2.5% de cada lado, resultando a la conversión decimal de 0.025 y en la parte central se tienen que el valor de la zona de aceptación quedaría con un valor de 95% o 0.95, que repartido en la simetría de la campana nos quedaría un valor en la zona de aceptación de 0.475 para cada lado, por consecuencia se estima que la zona de aceptación es con un valor de Z de 0.475, y para la zona de rechazo es de 0.025, y remitiéndonos a la tabla de z, para la probabilidad acumulada de la distribución Normal estándar, se obtienen dos datos en la parte de la ordenada el cual es el valor de: -1.9 y en la parte abscisa se obtiene un valor de: 0.06, que en suma se obtiene una z tabulada, quedando en 1.96, obteniendo un límite de Z tabulada mínima y un límite de Z tabulada máxima, quedando de la siguiente forma: Ztmin: -1.96 y Ztmax= 1.96; estableciendo los anteriores parámetros se realiza el ordenamiento de menor a mayor del conjunto de datos, para definir el rango de ordenamiento y de asignación, quedando de la siguiente manera:

Tabla 7. Concentrado de ordenamiento de rangos, del muestreo uno y dos, en el acuífero Tehuantepec										
Ordenamiento	0	0	1	1	3	6	13	24	118	220
Rango de Ordenamiento.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rango de Asignación	1.5	1.5	3.5	3.5	5	6	7	8	9	10

Fuente: elaboración propia de datos retomados del estudio hidrológico del acuífero de Tehuantepec (CONAGUA 2024) y del proyecto ejecutivo del CIIT. (Surbana y Snowy, 2019).

Tabla 8. Concentrado de rangos del muestreo uno y dos, en el acuífero Tehuantepec						
MUESTREO UNO: (Usos del Recurso Hídrico, del Acuífero Tehuantepec.)	24	13	0	0	1	N=5
RANGO 1	8	7	1.5	1.5	3.5	ΣR1=21.5
MUESTREO DOS: (Usos del Recurso Hídrico, del Proyecto Ejecutivo del CIIT.)	220	118	1	3	6	N=5
RANGO 2	10	9	3.5	5	6	ΣR2=33.5

Fuente: elaboración propia de datos retomados del estudio hidrológico del acuífero de Tehuantepec y del proyecto ejecutivo del CIIT. (Surbana y Snowy, 2019).

Quedando la sumatoria de rangos de la siguiente forma: $\Sigma R1=21.5$ y $\Sigma R2=33.5$: posteriormente se hace uso de las fórmulas estadísticas, conocida en esta sección metodológica como:

Estadística de prueba:

$$U = \min(U_1, U_2) \text{ DONDE } \begin{cases} U_1 = N_1 * N_2 + \frac{N_1(N_1 + 1)}{2} - \Sigma R1 \\ U_2 = N_1 * N_2 + \frac{N_2(N_2 + 1)}{2} - \Sigma R2 \end{cases}$$

$$U_1 = 25 + 15 - 21.5 = 18.5$$

$$\text{SUSTITUYENDO DATOS OBTENEMOS QUE: } \begin{cases} U_1 = 5 * 5 + \frac{5(5 + 1)}{2} - 21.5 \\ U_2 = 5 * 5 + \frac{5(5 + 1)}{2} - 33.5 \end{cases}$$

$$U_2 = 25 + 15 - 33.5 = 6.5$$

Por lo anterior, se considera que si $u = \min(u_1, u_2) = ?$; obtenemos $u = \min(18.5, 6.5)$ = se obtiene como resultado a 6.5 como la u mínima, y que para efectos de esta probanza estadística se conocerá como valor experimental.

Ahora bien, para medir la “ z ” calculada se tiene de la siguiente estadística de prueba:

$$Z_C: \left\{ \frac{U - \frac{N1 * N2}{2}}{\sqrt{\frac{N1 * N2(N1 + N2) + 1}{12}}} \right\}$$

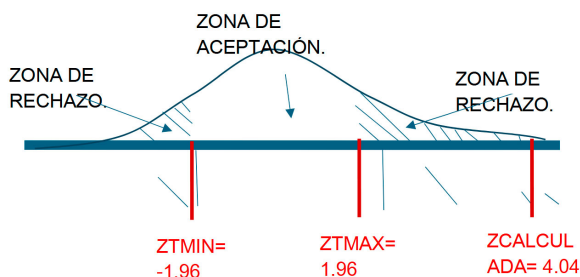
$$Z_C: \left\{ \frac{6.5 - \frac{5 * 5}{2}}{\sqrt{\frac{5 * 5(5 + 5) + 1}{12}}} \right\} = \frac{6.5 - 12.5}{\sqrt{\frac{5 * 5 * (5 + 5 + 1)}{12}}} = \frac{19}{\sqrt{\frac{25 * 11}{12}}} = \frac{19}{\sqrt{\frac{275}{12}}} = \frac{19}{\sqrt{22.91}} = \frac{19}{4.7} = 4.04$$

Se obtiene la z calculada de $= 4.04$, la cual se contrasta con la z tabulada de valor límite mínimo de -1.96 y la z tabulada de valor límite máximo de 1.96 .

Resultados

A razón de lo anterior, se gráfica en el modelo de campana (Gráfica 2), los valores obtenidos de la z tabulada y la z calculada, para observar en que zona recae la prueba estadística de “ u ” de Mann y Whitney.

Gráfica 2. Modelo de campana para la visualización de la zona de rechazo de la variable Z calculada en la investigación.



Fuente: elaboración propia, de los datos resultantes de la metodología desarrollada en la investigación.

Después de modelar los resultados obtenidos, se retoman las hipótesis planteadas, recordando que:

$H_0 = Me_1 = Me_2$; hipótesis nula; para ser aceptada o rechazada.

$H_a = Me_1 \neq Me_2$; hipótesis alterna.

Conclusión de la prueba estadística:

Con un margen de error del 5%, se puede afirmar que no existe disponibilidad del recurso hídrico en el acuífero Tehuantepec, para el proyecto ejecutivo del corredor interoceánico del istmo de Tehuantepec (CIIT), para el año 2050.

Decisión de la prueba estadística:

Derivado que la z calculada es de 4.04 , y tomando en cuenta que recae fuera de la zona de aceptación, se rechaza la hipótesis nula (H_0), en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna (H_a).

Conclusiones

Se estimó por medio de un método estadístico (prueba “ U ” de Mann y Whitney), que la disponibilidad del recurso hídrico que ofrece el acuífero Tehuantepec, con

relación al volumen de agua requerido y dimensionado por el proyecto ejecutivo del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT) para el año 2050; no es suficiente, siendo esta disponibilidad del recurso hídrico inferior a la demanda de agua requerido para el proyecto ejecutivo del CIIT.

Esta situación pone en riesgo la sostenibilidad del proyecto ya que tanto el CIIT como los polos de desarrollo requieren una cantidad significativa de agua en sus distintas etapas de construcción y operación, así como para el abastecimiento a las diferentes industrias. La baja disponibilidad del agua también influye en el desarrollo de actividades como la agricultura o el desarrollo urbano, aspectos que inciden directamente en la calidad de vida de la población.

Referencias bibliográficas

- CONAGUA. (2019). *Información piezométrica del Acuífero Tehuantepec, Oaxaca*. <https://www.gob.mx/conagua>.
- CONAGUA. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tehuantepec (2007), Estado de Oaxaca*. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/oaxaca/DR_2007.pdf
- COPEI, Ingeniería, S.A de C.V. (2020). *Estudio de actualización de mediciones piezométricas en los acuíferos Tehuantepec, Río Ostuta, Nochistlán y Huatulco del estado de Oaxaca y Cuajinicuilapa del estado de Gue*
- rrero (2020). <https://www.gob.mx/conagua>.
- Geoelec. (1990). *Exploración geofísica en el distrito de riego en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca*. <https://www.gob.mx/conagua>.
- PEMEX (1976). *Estudio geohidrológico del subalveo del río Tehuantepec, estado de Oaxaca (1976)*. Editorial CNA, <https://www.gob.mx/conagua>.
- Registro Público de Derechos del Agua. (2024). *Base de datos de los usos del agua por acuífero en el estado de Oaxaca*. <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- Said Infante, G. y Zarate de Lara, G.P. (1990). *MÉTODOS ESTADÍSTICOS, un enfoque interdisciplinario*. Editorial Trillas, S.A de C.V.
- SARH. (1979). *Estudio geohidrológico preliminar de la zona de Tehuantepec, Oaxaca. Realizado por Rocha y Asociados, S. A. de C.V.*
- SEMARNAT. (2015). *Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua - Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5423243&fecha=17/04/2015.
- Surbana Jurong, S., y Snowy Mountains Engineering Corporation, S. (2019). *Un CIIT sostenible. Un lugar para el pueblo y*

por el pueblo [Plan Maestro]. Corredor interoceánico del Istmo de Tehuantepec. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/673314/Resumen_ejecutivo_completo_-VPWEB.pdf

Aprendizaje comunitario del ferrocemento con enfoque de sustentabilidad hídrica¹

Valentín Juventino Morales-Domínguez; Manuel Dino Aragón Sulik; Margarito Ortiz Guzmán

Resumen

El concepto de sustentabilidad ha evolucionado desde su origen, las ideas recientes enlazan a los principios de justicia social; este cambio de enfoque se hace realidad por los despojos de los recursos naturales, en especial los hídricos que es una constante en todo el Territorio Nacional. En este trabajo se buscó el fomento del aprendizaje con enfoque de sustentabilidad mediante la construcción de obras de ferrocemento para fortalecer su resiliencia hídrica. Los proyectos realizados con esta técnica consideran las necesidades de la

población, sus hábitos y costumbres para resolver los problemas de abastecimiento. La bondad de la técnica del ferrocemento no requiere cuadros educativos de alta capacidad, se emplea el aprendizaje por experiencias ya que permite aprovechar las competencias de la población adulta para adquirir nuevos conocimientos. Los resultados indican que la participación comunitaria incide positivamente en la construcción de infraestructura de utilidad común, con impactos positivos en los ámbitos social, económico y ambiental, además, se fomenta una corresponsabilidad en el cuidado de este tipo de obras.

Palabras clave: aprendizaje por experiencias, ferrocemento, sustentabilidad hídrica.

Community learning of ferrocement with a focus on water sustainability

Abstract

The concept of sustainability has evolved since its origins, recent ideas are linked to the principles of social justice; this

change of focus is made a reality by the plundering of natural resources, especially water, which is constant throughout the national territory. In this work, the promotion of learning with a focus on sustaina-

¹ Escrito original, derivado del proyecto de investigación "Adecuación tecnológica del ferrocemento para la retención de agua de lluvia en cauces de arroyos temporales", financiado por el Sistema de Investigación Benito Juárez del CONACYT (clave SIBEJ-05-003) y el Instituto Politécnico Nacional (clave CGPI 990047).

² Maestro en Ciencias en Ingeniería de la Construcción. Profesor investigador del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR IPN Unidad Oaxaca; E-mail: vmoralesd@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3207-6793>

bility was sought through the construction of ferrocement works to strengthen their water resilience. The projects carried out with this technique consider the needs of the population, their habits and customs to solve supply problems. The goodness of the ferrocement technique does not require highly capable educational staff; learning through experience is used since it allows taking advantage of the skills of the adult population to acquire new knowledge. The results indicate that community participation has a positive impact on the construction of infrastructure for common use, with positive impacts in the social, economic and environmental spheres. In addition, co-responsibility is encouraged in the care of this type of construction.

Keywords: experiential learning, ferrocement, water sustainability.

Introducción

La situación hídrica de las comunidades del estado de Oaxaca es diversa, en algunos territorios existe un exceso de agua ocasionando inundaciones, y en otros como la región Mixteca se carecen de ese recurso, situación que genera otros problemas como erosión, falta de oportunidades de crecimiento, inseguridad alimentaria. En los Valles Centrales de Oaxaca la crisis hídrica se agudiza día a día, el agotamiento de los mantos freáticos, la alteración del

patrón de lluvias, el creciente incremento demográfico, así como una deficiente gobernanza del agua de las instituciones, ocasiona un déficit del recurso para la población.

En el ámbito social, la problemática hídrica adolece de una justicia hacia las comunidades más vulnerables a quienes no se les permite membresía y por desconocimiento permiten el uso de sus recursos hídricos y, son reconocidas las concesiones de los mantos freáticos a las empresas que se aprovechan y contaminan como es el ejemplo de la industria minera refresquera.

El concepto de sustentabilidad sufre constantes modificaciones para acercar la realidad a este constructo, por lo cual desde su concepción en el informe Brundtland (1987), cambia a aspectos de justicia de las tres dimensiones social, económica y ambiental. Las políticas públicas principalmente las instituciones administrativas realizan acciones con el fin principal de satisfacer la demanda de la población, olvidando el involucramiento ciudadano, siendo los resultados deficientes en una sustentabilidad hídrica.

La adopción de sistemas constructivos para resolver la demanda hídrica por las comunidades no queda completamente resuelta, muchos programas institucionales no son acordes con las prácticas locales o culturales, por lo que no existe un mantenimiento continuo de las obras hidráulicas y quedan abandonadas.

Aun se realizan intentos para satisfacer el almacenamiento de agua con grandes

3 Maestro en Ingeniería con especialidad en Hidráulica. Profesor investigador del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR IPN Unidad Oaxaca; E-mail: maragonz@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7666-7780>

4 Maestro en Ciencias en Ingeniería de la Construcción. Profesor investigador del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR IPN Unidad Oaxaca; E-mail: mortizgu@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9891-8172>

presas, no obstante, éstas han tenido sus detractores por los problemas sociales y ambientales que ocasiona: desplazamiento de población, abandono de terrenos de cultivo, pérdida cultural, y contribución al cambio climático.

Las micropresas por su parte, generan amplios beneficios como mantenimiento de humedad local, cercanía a las fuentes de consumo, inundación de áreas pequeñas de terreno, recarga de manto freáticos, retención de suelos entre otros.

El presente trabajo tiene como finalidad promover la participación ciudadana en la construcción de micropresas como un sistema que en su proceso permite la intervención de la población con un bajo nivel educativo para su aprendizaje, contribuye al tejido social y garantiza la apropiación de este sistema.

Mediante el aprendizaje de la población se logran cambios de conductas y de pensamientos acercando los conceptos técnicos y el fomento de principios solidarios, de equidad, y en especial de justicia al refrendar su conformidad de los impactos positivos y negativos en la construcción de las micropresas, y finalmente el fomento a la protección y cuidado del agua, las comunidades se apropian de una serie de experiencias que son incorporadas a su conocimiento personal.

Marco de referencia

El concepto de sustentabilidad en su inicio, en el informe de la Comisión Mun-

dial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1987), impulsó como objetivo la capacidad de la sociedad humana para continuar indefinidamente (Lyer-Raniga y Myla-Andamon, 2016). Este concepto ha sufrido una evolución, y las ideas recientes de la sostenibilidad se apoyan en principios como solidaridad, justicia, responsabilidad, equidad y transparencia para la humanidad presente y futura promover un bienestar en las tres dimensiones social, económico y ambiental (Makrakis, 2011, como se citó en Makrakis, 2017).

Aun cuando las actividades que se plasman en los planes de desarrollo comunitario tienen la intención epistémica de trabajar con enfoque de sustentabilidad, desafortunadamente se logra poco, la situación es crítica, cada día se pierden fuentes hídricas por descuido o desconocimiento de los fenómenos naturales asociados al ciclo hidrológico.

Makrakis (2017) menciona que el concepto de sustentabilidad también se trata de la ética de la asignación justa y equitativa de recursos, derechos y obligaciones en la sociedad (justicia social). Aun cuando en los programas de gobierno y los planes municipales se refieren al trabajo de forma sustentable, esto no es suficiente, como menciona Frisk y Larson (2011) los comportamientos sostenibles están motivados más allá de una información declarativa.

Para operar la sustentabilidad se ha planteado desde una visión de resiliencia de los sistemas, ya Walker et al. (2004), propone crear, probar y mantener la capa-

cidad de adaptación. Otro enfoque se ofrece bajo paradigmas de la educación, como un medio para hacer llegar a la sociedad un camino hacia la sustentabilidad.

Dada la diversidad de escenarios en que trabaja la adopción social de las micropresas de ferrocemento, se plantean estrategias para educar eficazmente para la sostenibilidad, como lo indican Lyer-Raniga y Myla-Andamon (2016) son esenciales formas alternativas de conocimiento (es decir, conocimiento procedimental, de eficacia y social), así como la consideración de diversas barreras y motivadores para la acción.

El abordaje de los problemas hídricos implica atender desde diversas áreas del conocimiento; sin embargo, la tendencia del curriculum oficial se centra en la enseñanza de competencias centradas en productos individuales en lugar de soluciones colectivas para los problemas sociales y ambientales que se presentan (Sterling, 2001).

Missimer y Connell (2012) encontraron nuevos entornos y métodos de aprendizaje para enseñar sostenibilidad. Estas metodologías incluyen (1) aprendizaje social y (2) aprendizaje colaborativo, (3) aprendizaje basado en problemas, (4) aprendizaje participativo, (5) empoderamiento y (6) educación dialógica.

En el caso de las estrategias para la construcción de micropresas de ferrocemento, se plantean condiciones con enfoque del aprendizaje por experiencias, conside-

rando que el colectivo de aprendices son adultos con una historia de competencias aprendidas, que les permite reflexionar la apropiación de conocimientos, interiorizarlos y hacerlos selectivos.

La naturaleza del aprendizaje por experiencias se acerca al aprendizaje transformador, ya que este no solo implica desafíos técnicos sino también sociales que requieren transformación del conocimiento, sino que apunta a marcos de referencia básico (Boström et al., 2018).

Para que se considere un aprendizaje transformador, los académicos necesitarían describir cómo los resultados del aprendizaje tenían suficiente profundidad, amplitud y estabilidad relativa. Para profundizar, podrían demostrar cómo los estudiantes no solo habían aprendido la nueva epistemología, sino que desde entonces la habían usado habitualmente en su pensamiento cotidiano o que al menos ahora forma parte regular de su repertorio de epistemologías (Hoggan, 2015).

El aprendizaje transformador busca promover cambios que vayan más allá del cambio de comportamiento, planteando un cuestionamiento a las creencias e ideas existentes, y promoviendo la reconstrucción de significados. Sugiere un cambio de paradigma más radical, en lugar de un cambio dentro del paradigma existente (Palma y Ávila, 2016).

Esta es la educación “como” sostenibilidad –que fomenta el pensamiento crítico, sistémico y reflexivo; la creatividad; la au-

toorganización; y la gestión adaptativa— en lugar de educación “sobre” la sostenibilidad o educación “para” resultados de desarrollo sostenible particulares (Lyer- Rana y Myla Andamon, 2016).

El Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Oaxaca, dependiente del Instituto Politécnico Nacional, ha venido realizando diferentes investigaciones sobre la construcción y el comportamiento de pequeñas presas para la retención de agua, principalmente en pequeños arroyos de temporal, esta actividad dio inicio en el año de 1993 con la construcción de una presa de un solo arco, de dimensiones modestas, erigida en la comunidad de San Felipe Tejalápam, ubicada en el distrito de Etla, Oaxaca, siendo pionera en la aplicación del ferrocemento para este tipo de obras. Con la experiencia adquirida y la valoración del comportamiento durante varios años de operación de la pequeña cortina, en el año 1999 se retomó esta técnica con el proyecto titulado “Adecuación tecnológica del ferrocemento para la retención de agua de lluvia en cauces de arroyos temporales”, financiado por el Sistema de Investigación Benito Juárez del CONACYT, clave SIBEJ-05-003, posteriormente se fueron construyendo otras más, experimentando con diferentes tipos de soporte como los contrafuertes de mampostería y cortinas de ferrocemento reforzadas con nervaduras horizontales (denominadas tímpanos) y nervaduras verticales (llamadas cartabones), después se prescindió de los contrafuertes y se experimentó con micropresas de un solo arco reforzadas con tímpanos y cartabones de ferrocemento,

los espesores de estas secciones de la estructura son de 6 a 7 centímetros, la última micropresa construida en el año 2017 en una comunidad cercana a la ciudad capital del Estado de Oaxaca (Teotitlán del valle) cuenta con una estructura mixta con cartabones y tímpanos de concreto armado y cortina de ferrocemento, esta micropresa tiene un claro máximo de 33.85 metros y una altura hasta el vertedor de 5.80, y una altura máxima de 6.97 metros (Ortiz, et. Al, 2018), las dimensiones de poco espesor de sus elementos estructurales, propicia que se empleen menores cantidades de materiales industrializados, disminuyendo el impacto al ambiente, además se ha buscado emplear materiales regionales que redunden en un menor periodo de traslados y menores disminuciones de emisiones de dióxido de carbono al disminuir los tiempos de uso del equipo de transporte.

A la fecha se tienen construidas 23 micropresas en distintas regiones del Estado de Oaxaca, dentro de las que se mencionan: San Felipe Tejalapa, Etla (1993); Xaagá Mitla (1994); Barrio Agua Blanca, San Pablo Huitzo (1994); San Juan Bautista Jayacatlán, Etla (1995); Santa María Acaquizapan, Chazumba. Huajuapán (1996); Sto. Domingo Nuxaa, Nochixtlán (1998); Joluxtla Chazumba, Huajuapán (1999). San Pedro Taniche. Ocotlán (1999); Guadalupe Copaltepec, Mariscala. Huajuapán (2000); Sto. Domingo Ixcatlán (paraje Tierra blanca, Cruz Roja, El progreso y el porvenir) 4 represas en ese municipio perteneciente a Tlaxiaco (2000); San Juan Teitipac. Tlacolula (2002); Santa Cruz Papalutla. Tlacolula (2004); Agencia de Donají. Oaxaca (2005); San Jerónimo Silaca-

yoapilla. Huajaupan (2010); San Rafael Ayuquila. Huajaupam (2012); Paraje el Guayabal, San Pablo Huitzo. Etlá (2013); Teotitlán del Valle. Tlacolula (2017); 3 Represas en el mismo lugar, Agencia de San José, Atzompa (2019); de estas obras, que son de diferentes capacidades, 13 fueron construidas con recursos municipales, 2 represas construidas por tequio, 5 represas de forma particular y 1 represa construida por recurso de una organización civil.

Para la construcción de este tipo de obras es fundamental la participación comunitaria, donde miembros de las comunidades participan en actividades acordes a las capacidades de cada uno, en algunos casos en la recolecta de materiales de la región, en otros durante la manipulación y tejido de las mallas que refuerzan el ferrocemento, otras en las actividades de estructuración de la pantalla, en la elaboración, aplicación y curado de concretos y mort-

ros, cada quien en la habilidad que tengan o en la que adquieran durante las pláticas del personal del CIIDIR unidad Oaxaca les imparte para que se apropien del conocimiento de la técnica del ferrocemento.

Metodología

Cuando se inician los trabajos de campo para seleccionar el sitio más adecuado para construir una micropresa de ferrocemento, se hacen recorridos en los cauces de arroyos circundantes a la comunidad, acompañados por vecinos conocedores de los posibles sitios donde se pueda desplantar este tipo de obras (figuras 1 a 5), que por ser semirígidas requiere de un terreno preferentemente rocoso, de alto valor portante y baja compresibilidad, en caso de presentar grietas, están no favorezcan el deslizamiento ni la fuga de agua, figura 6.

Figuras 1 a 5. Reuniones y recorridos en cauces de arroyos en compañía de miembros de la comunidad.



La boquilla donde se desplantan este tipo de obras es deseable que sea de modestas dimensiones para usar la menor cantidad de materiales posible y preferentemente materiales procedentes de bancos cercanos al sitio de la obra que redunden en menores costos y bajos impactos al medio ambiente, figura 7.

Figura 6. Detalle de ubicación de boquilla, terreno rocoso y alto valor portante.



Figura 7. Materiales regionales para la construcción de la cimentación de micropresas de ferrocemento.



Se busca también que el reservorio de agua (vaso) sea de las mayores dimensiones o que el suelo, aparte de, preferentemente ser impermeable, permita su retiro para incrementar el volumen de captación de la pequeña presa. Antaño, se buscaba que las presas retuvieran el agua durante mucho tiempo, pero estas están sujetas al fenómeno de evaporación provocado por los rayos solares, ahora, lo importante es

aprovechar la mayor cantidad de agua, incluyendo la que se infiltre y sirva para la recarga de los mantos freáticos.

Las micropresas de ferrocemento son de forma curva, empujadas en las laderas del cauce del arroyo donde se desplantan, la curvatura mantiene la forma de una parábola con una flecha del 15%, su trazo requiere de referencias a distancias de un metro para formar el arco, iniciando en el extremo de la margen izquierda, hasta finalizar a la distancia indicada. La compuerta, generalmente se ubica en el eje principal del cauce, aunque éste no coincida con el centro de la curva. El ancho para la excavación generalmente es de 2.00 m trazándose a un metro en forma paralela al eje hacia ambos lados, posteriormente excava hasta encontrar suelo rocoso, la afinación del talud se realiza manualmente. Para una adecuada liga entre la roca descubierta y la cimentación, se lava, retirando todo tipo de finos, evitando posibles filtraciones no deseada, figura 8, para nivelar la base y recibir la losa de cimentación se utiliza mampostería o concreto ciclópeo (figuras 9 y 10).

Figura 8. Limpieza de la roca de apoyo



Figuras 9 y 10. Detalle de la construcción del soporte de la cimentación de una pantalla de ferrocemento.



En ambos márgenes la cimentación se construye de forma escalonada, dependiendo de los taludes del terreno, y para garantizar que los empotres trabajen estructuralmente mejor.

La cimentación se construye con una losa armada de concreto hidráulico, en donde quedan ahogados tramos de mallas tipo electrosoldada calibre 6 y abertura de 6 pulgadas, que servirán de anclaje al entramado de mallas que forman el alma de acero del ferrocemento, figura 11.

Figura 11. Vista de la cimentación de concreto hidráulico reforzado y de donde salen los anclajes para la estructura de la pantalla de ferrocemento.



A continuación, se elaboran los lienzos de mallas (electrosoldada calibre 6x6 6/6, de gallinero calibre 22 y metal desplegado), entre tejiendo la malla de gallinero con la de metal desplegado y dejando en medio la malla electrosoldada, este proceso es muy laborioso ya que se hace de forma manual y mediante un pequeño amarrador (elaborado con pedacería de malla electrosoldada, lo que requiere la participación de varias personas y donde las mujeres han mostrado mayores habilidades para esta actividad, mostrando paciencia y dedicación en esta actividad, figuras 12 y 13, 14 a la 17.

Figuras 12 y 13. Detalle del tejido de mallas de acero.



Figuras 14 a 17. Detalle del tejido y manipulación de mallas de acero.



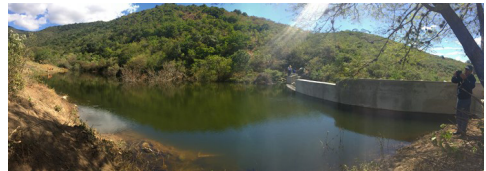
Los lienzos de mallas ya tejidas se colocan en el sitio donde se construye la pantalla, colocando los tímpanos y cartabones; alineando y plomeando los componentes estructurales para posteriormente aplicar el mortero sobre las mallas y hacer los acabados finales que son la construcción del vertedor de demasías y el pulido de la cara que estará en contacto con el agua, figura 18. Pasado un tiempo prudente para que la

estructura adquiera la resistencia necesaria, determinada por el fraguado de los elementos que tengan cemento hidráulico, se coloca la compuerta en la oquedad construida en la parte inferior de la micropresa para el desalojo periódico de los azolves.

Figura 18. Aplicación del pulido en la cara interior que estará en contacto con el agua.



Figura 19. Vista panorámica de una pantalla de ferrocemento.



Resultados

Las presas de ferrocemento cumplen con los requisitos de seguridad, economía, y facilidad en la transferencia de tecnología. Las comunidades rurales aprenden el proceso de forma sistematizada, además durante el proceso van generando ideas para mejorar formas de trabajo, se adaptan y proponen. Un aspecto importante es la participación de la mujer en este tipo de

proceso constructivo, su habilidad para el tejido de las mallas reduce los tiempos programados, por otra parte, los pobladores con conocimientos en construcción tradicional se apropian con mayor facilidad de esta técnica. Las dificultades de traslado de materiales constructivos industrializados hacia la obra en construcción se reducen por los volúmenes empleados.

Las comunidades aceptan y participan voluntariamente en el proceso de construcción, es importante la participación de los usuarios de este tipo de obras para que ayuden al cuidado de estas, adquiriendo los conocimientos elementales para ello, cabe señalar que la aceptación de estas obras los convierte en promotores activos de la técnica y este empoderamiento los alienta a desarrollar nuevos proyectos de esta índole.

De la validación del sistema constructivo de ferrocemento para las micropresas se identifica lo siguiente:

Reconoce la complejidad de la dinámica del sistema

La construcción de presas se encuentra en un dilema actual, los daños sociales ocurridos a la población desplazada por la inundación de su territorio es de impacto más negativo que positivo, no obstante, las bondades de las micropresas benefician a la población cercana, generando una mayor resiliencia hídrica a los periodos de sequía que se presentan con mayor frecuencia.

Es socialmente sólido

El esquema de trabajo colectivo en la construcción de presas de ferrocemento permite la intervención de la comunidad local, el aprendizaje en el armado de las mallas fomenta el aprendizaje por experiencias

Es reconocida por múltiples culturas epistémicas

Muy a pesar del proceso constructivo tradicional o los nuevos métodos constructivos, en contraste el proceso planteado para la construcción con ferrocemento ha experimentado diversos escenarios en el estado de Oaxaca, así como en otros lugares con diferentes hábitos de construcción principalmente por los materiales existentes en cada región. El ferrocemento permite un aprendizaje a personas con bajos niveles educativos, la adopción, uso y validación de esta forma de construcción ha permitido que se acelere su difusión. Como una recomendación histórica de este proceso constructivo se inició la construcción con grupos pequeños y dado el éxito logrado se ha expandir a otros lugares de la República Mexicana.

Como lo menciona Sterling (2011) garantizar una educación para sostenibilidad implica que en las comunidades se abandonen prácticas tradicionales, sobre la flexibilidad en un cambio de pensamiento, esto se reflejaba inicialmente en la costumbre de familiarizarse con las presas de concreto o de mampostería que poseen grandes dimensiones para su construcción

y de espesores de metros de ancho y profundidad, comparado con el temor a los espesores de las presas y su supuesta debilidad ante fenómenos naturales como los temblores o avenidas extremas en los ríos.

El espacio de diálogo que se construye con las comunidades permite el intercambio de ideas, las personas aprenden, entienden (proceso reflexivo), y aplican este aprendizaje en el proceso de construcción del entramado de mallas que son el alma de acero del ferrocemento, por ejemplo. No obstante que la mayor parte de la comunidad que participa en la construcción de estas presas, son pobladores locales sin una formación académica técnica, para la construcción de las micropresas se siguen normas de construcción estandarizadas, y se realizan ensayos de calidad de los diversos materiales que son empleados como los morteros, y concretos. Lo anterior garantiza la calidad del producto final.

Conclusiones

La bondad del sistema constructivo mediante micropresas de ferrocemento fortalece la resiliencia hídrica en comunidades de alta vulnerabilidad social, las comunidades tienen un impacto positivo en el aprendizaje de esta técnica ya que les permite integrar sus experiencias para diferentes significados siendo un aprendizaje concreto que abona hacia los principios de sustentabilidad.

El hecho de que la técnica del ferrocemento permita el trabajo de forma arte-

sanal, incide en una amplia participación de las comunidades; el ferrocemento cuya base es un entramado de mallas de acero con un esqueleto de varillas y/o malla electrosoldada al que se adhieren mallas de diámetros más delgados y tejido más cerrado como la malla de gallinero y el metal desplegado, requiere de paciencia y tiempo para el “tejido” de estas mallas y por lo mismo, demanda la participación activa de varias personas, estos aceros se recubren finalmente con una mezcla de mortero cemento arena dando un material de poco espesor y alta resistencia.

Con relación a la construcción, se les enseñó a los participantes todo el proceso constructivo. En este caso participaron activamente campesinos, autoridades, miembros de la comunidad (hombres y mujeres) y estudiantes, apoyados por un oficial conocedor de esta técnica.

Referencias bibliográficas

Boström, M., Andersson, E., Berg, M., Gustafsson, K., Gustavsson, E., Hy-sing, E., Lidskog, R., Löfmarck, E., Ojala, M., Olsson, J., Singleton, B. E., Sverberg, S., Uggle, Y. y Öhman, J. (2018). Conditions for Transformative Learning for Sustainable Development: A Theoretical Review and Approach. *Sustainability*, 10(12), 4479. <https://doi.org/10.3390/su10124479>.

Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987). Informe Brundlant: Nuestro Futuro Común de la

- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Nota del secretario general. Organización de las Naciones Unidas
- Hoggan, Ch. D. (2015). Transformative Learning as a Metatheory: Definition, Criteria, and Typology. *Adult Education Quarterly*, 66(1), 57-75. <https://doi.org/10.1177/0741713615611216>
- Iyer-Raniga, U. y Andamon, M. M. (2015). Transformative learning: innovating sustainability education in built environment, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 17(1), 105-122. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2014-0121>
- Makrakis, V. (2017). Developing and Validating a Sustainability Justice Instrument to Transform Curriculum, *International Conference in Open Distance Learning, Athens, Greece*, extraído de <https://www.researchgate.net/publication/324984185>
- Missimer, M., y Connell, T. (2012). Pedagogical Approaches and Design Aspects To Enable Leadership for Sustainable Development. *Sustainability The Journal Of Record*, 5(3), 172-181. <https://doi.org/10.1089/sus.2012.9961>
- Ortiz G. M., Morales D. V. J. y Aragón S. M. D. (2018). Construction of a Small Dam of Armed Concrete and Ferrocement in The Community of Teotitlán del Valle, Tlaxolula, Oaxaca, México, 12Th International Symposium on Ferrocement and thin Cement Composites, Belo Horizonte, Brasil.
- Palma, L.C., y Pedrozo, E. Á. (2016). Transformative learning to promote sustainability: inserting the third level of learning in management programs. *Brazilian Journal of Science and Technology*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40552-016-0018-3>
- Redman, E. y Larson, K. L. (2011). Educating for Sustainability: Competencies & Practices for Transformative Action, *Journal of Sustainability*, 2. <http://www.jsedimensions.org/wordpress/wp-content/uploads/2011/03/FriskLarson2011.pdf>
- Sterling, S. (2001). Sustainable education: Re-visioning learning and change. Schumacher Briefing No. 6. Devon: Green Books.
- urna:oclc:record:1330615529 urna:lcp:-sustainableeduca0000ster:lcpdf:72bb6ecf-65e9-42ac-a6ff-ecc6f4cb2639
- Sterling, S. R. (2011). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5, 17-33.
- Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R. y Kinzig, A. P. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social ecological Systems, *Ecology and Society*, 9(2): 5, <https://doi.org/10.5751/es-00650-090205>

Fortalecimiento de la cultura del agua: un caso de estudio en Oaxaca, México¹

Itzel Yolanda González Caballero²;
Juan Regino Maldonado³; María
de los Ángeles Ladrón de Guevara
Torres⁴; Laura Lourdes Gómez
Hernández⁵

Resumen

La escasez de agua en el mundo afecta considerablemente a las comunidades, en especial a las comunidades indígenas en situación de vulnerabilidad, agravando los problemas de acceso y abastecimiento de agua. El objetivo de este estudio fue fortalecer la cultura del agua en la localidad de Cieneguilla, San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca, México, por medio de metodologías participativas para promover procesos autogestionarios y sensibilización

colectiva. Se desarrolló e implementó un Plan de Acción Sustentable. Se diseñaron talleres participativos enfocados en infancias, docentes y familias con metodologías de investigación acción participativa (IAP) y la estrategia de enseñanza y aprendizaje 4MAT. Los resultados señalan una participación y compromiso por parte de la comunidad para el cuidado del agua, cambio de hábitos y fortalecimiento de las capacidades comunitarias. Este trabajo destaca la importancia de integrar herramientas técnicas, tecnológicas y saberes comunitarios para fomentar prácticas sostenibles y fortalecer la gobernanza hídrica en comunidades indígenas.

Palabras clave: gestión del agua, cultura del agua, talleres participativos.

Strengthening Water Culture: A Case Study in Oaxaca, Mexico

Abstract

Water scarcity worldwide significantly affects communities, particularly indige-

nous communities in vulnerable situations, exacerbating problems of water access and supply. The objective of this study was to strengthen water culture in the locality of

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación "Promoción y sensibilización colectiva para la cultura comunitaria del agua: el caso la Cieneguilla, San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca" en (2023), como requisito para optar al título de Maestra en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR Unidad Oaxaca.

2 Maestra en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario. Estudiante de Doctorado en el CIIDIR Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional. E-mail: igonzalezc2106@alumno.ipn.mx. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0078-508X>.

3 Doctor en Ciencias en Negocios y Estudios Económicos. Profesor investigador del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca. E-mail: jregino@ipn.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2341-5703>.

4 Doctora y maestra en Geofísica. Profesora colegiada de posgrado del CIIDIR Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. E-mail: maldron@ipn.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1725-929X>.

5 Maestra en Administración. Profesora investigadora del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca. E-mail: lagomezh@ipn.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2518-2122>.

Cieneguilla, San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca, Mexico, through participatory methodologies to promote self-management processes and collective awareness. A Sustainable Action Plan was developed and implemented. Participatory workshops were designed, focusing on children, teachers, and families, using participatory action research (PAR) methodologies and the 4MAT teaching and learning strategy. The results indicate active participation and commitment from the community toward water conservation, changes in habits, and the strengthening of community capacities. This work highlights the importance of integrating technical tools, technologies, and community knowledge to promote sustainable practices and strengthen water governance in indigenous communities.

Keyword: water management, water culture, participatory workshops.

Introducción

El agua es el recurso más importante para sostener la vida en el planeta y un factor vital para el desarrollo socioeconómico y cultural de los pueblos. A pesar de ello, este recurso presenta diversas problemáticas que cada día se incrementan, como la sobreexplotación, la contaminación, la falta de acceso, la apropiación por parte de empresas privadas, ejecución de obras hidráulicas no integrales, modelos de investigación que descuidan los aspectos sociales del agua, por mencionar algunos.

México es un país con alta vulnerabilidad a sequías, el 52 % del territorio se encuentra en un clima árido y semiárido (IMCO, 2023). Para el 2024, el estado de Oaxaca presentó un porcentaje de 35.7 % de sequía severa (CONAGUA & SMN, 2024). Esta sequía impactó en el nivel de las represas hasta por debajo del 50% de su capacidad, lo que generó amenazas en diversas áreas socio económicas del estado, como la agricultura. .

Estas problemáticas provocan múltiples consecuencias que impactan en la salud, la educación, el bienestar social y los derechos humanos (Ávila, 2006; Peña, 2007) el agua ha ocupado un papel primordial en el patrón de asentamiento humano y en el desarrollo de la sociedad. El valor sociocultural del agua se expresa a través de las diferentes cosmovisiones, mitos, percepciones y arquetipos que conectan a los seres humanos con un origen sagrado y divino. Para culturas como la mesoamericana, el agua era un regalo de los dioses que había que cuidar y merecer a través de diferentes rituales y prácticas de uso y aprovechamiento que se apoyaban en una relación de respeto e integración con la naturaleza. Aún hoy día, existen regiones indígenas en México, donde la cosmogonía y estrategias socioculturales siguen vigentes; y en las que por siglos han sido capaces de forjar una cultura de uso y manejo sustentable del agua. Históricamente, la coexistencia de diferentes valoraciones del agua ha sido conflictiva (como ocurrió en el caso de la percepción indígena y española del agua. Lo que nos indica que la problemática del agua tiene raíces multifactor-

riales, por lo tanto, es necesario replantear su gestión desde perspectivas éticas, culturales y sostenibles (Arrojo, 2006).

Hoy en día, en el ámbito mundial, el reconocimiento de los retos medioambientales se ha intensificado. En el marco del desarrollo sostenible la Organización de las Naciones Unidas, a través de la Agenda 2030, busca fortalecer la sostenibilidad económica, social y ambiental. En ese sentido, uno de sus objetivos principales es “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos” (CEPAL, 2023).

Este objetivo relaciona aspectos fundamentales para la promoción de la cultura del agua. En este sentido, se considera que sin una transformación cultural no se puede dar un cambio en la manera de relacionarse y gestionar el agua. De acuerdo con la definición de la UNESCO, la cultura del agua es a lo que llamamos “conjunto de modos y medios utilizados para la satisfacción de necesidades fundamentales relacionadas con el agua y con todo lo que dependa de ella (...), donde se comparte creencias, valores y de prácticas” (Vargas, 2006b). Por lo tanto, la cultura del agua debe entenderse como detonadora y generadora de los componentes de la gestión del agua (Vargas, 2006a)

Por lo anterior, resulta fundamental el fortalecimiento comunitario para la cultura del agua como el instrumento necesario para garantizar una sostenibilidad en el desarrollo humano, de la mano de la participación de las comunidades. El fortalecimiento comunitario se logra dar a par-

tir de estrategias participativas como un “proceso que organiza, promueve y genera transformaciones para el mejoramiento de la gestión del recurso hídrico en zonas rurales” (Becerra-perenguez et al., 2024).

Marco de referencia

Cultura del agua

A lo largo del tiempo el agua ha representado en distintas culturas un elemento fundamental de desarrollo. Diversas poblaciones se han establecido cerca de fuentes de agua como ríos, represas o manantiales, con el objetivo de asegurar el acceso al recurso. Según Fiallo y Pesea (2023), el agua ha influido en las pautas culturales de las personas, siendo un elemento relevante en el sincretismo religioso, las celebraciones, la arquitectura y el patrimonio cultural. En distintas culturas el agua se manifiesta en un origen sagrado y divino, por medio de distintas percepciones, cosmovisiones y mitos (Ávila, 2006).

En las comunidades, el agua ha sido el eje que configura sus formas de vida, producción, consumo y actividades cotidianas. Sin embargo, a pesar de ser un recurso abundante, solo una fracción pequeña está disponible para el consumo humano, lo que la convierte en un recursopreciado y limitado. Este problema se ha agravado debido al crecimiento poblacional, que ha aumentado considerablemente la demanda de agua, tanto para su uso directo como indirecto, generando problemáticas como el agotamiento y la escasez (Avila, 2024).

En este contexto, la cultura del agua juega un papel trascendental, ya que impulsa la conciencia, la responsabilidad compartida y las estrategias necesarias para un uso sostenible del agua. Según la UNESCO, la cultura del agua se define como el “conjunto de modos y medios utilizados para la satisfacción de necesidades fundamentales relacionadas con el agua y con todo lo que dependa de ella (...), donde se comparte creencias, valores y de prácticas” (Vargas, 2006b). En otras palabras, la cultura del agua engloba todas aquellas formas en las que una comunidad se relaciona con el agua para satisfacer sus necesidades (Bastian & Vargas, 2015).

La cultura del agua no solo refleja la relación histórica y cultural de las sociedades con este elemento, sino que también es fundamental para enfrentar los desafíos actuales y garantizar su disponibilidad para las generaciones futuras. En este proceso, la participación comunitaria juega un papel importante, ya que las comunidades son las principales usuarias y guardianas del agua.

La participación comunitaria en la gestión del agua implica involucrar a los actores locales en la toma de decisiones, la implementación de acciones y la evaluación de resultados. La educación y la sensibilización son herramientas clave para fortalecer la participación comunitaria en la cultura del agua. Por lo tanto, la cultura del agua se vuelve un instrumento de conservación para garantizar la disponibilidad del recurso para las generaciones presentes y futuras.

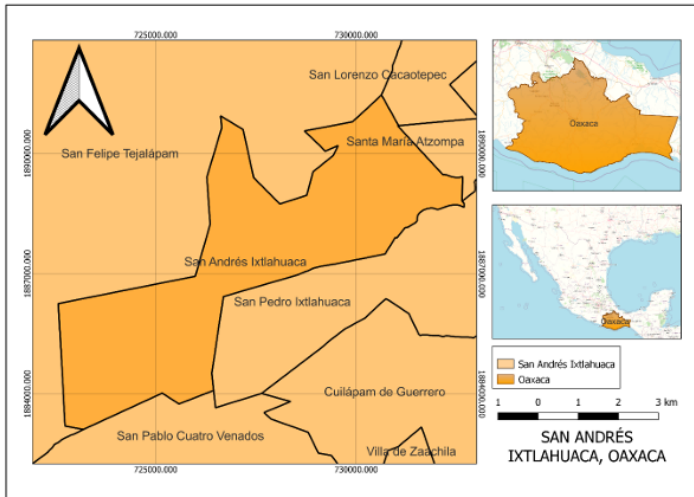
Modelo 4MAT (4 Mode Application Technique)

El modelo 4MAT fue diseñado por Bernice McCarthy en los años 1970, es un ciclo de aprendizaje que sirve para el diseño de intervenciones educativas, que mejoren el proceso de enseñanza y aprendizaje al incorporar diversos estilos de aprendizaje (McCarthy, 1990).

El modelo se apoya de dos teorías: el modelo de estilos de aprendizaje de David Kolb (Kolb, 1984) y el concepto de hemisferio cerebral (Uyangör, 2012) sequential instructional model based on two theoretical constructs: Kolb's model of learning styles and the concept of brain hemisphere. The model, developed by B. McCarthy (1987, que refiere la idea de que los hemisferios del cerebro son opuestos. Sobre la base de esto se definen cuatro estilos de aprendizaje: imaginativo, analítico, sentido común y dinámico (McCarthy, 1990). Las premisas de este modelo 4MAT es que las personas tienen estilos de aprendizaje dominantes y preferencias del procesamiento hemisférico.

McCarthy (1990) refiere que las personas perciben y procesan los aprendizajes de manera diversa, esto debido a que la percepción de las personas dependerá de sus experiencias, sentires y conceptualizaciones formales. Esta inclinación define la inclinación del estilo de aprendizaje, que a su vez dependerá de factores personales como “quién eres”, “donde estás”, “como te ves a ti mismo”, “a que le prestas atención” y “que esperan los demás de ti” (McCarthy, 1990).

Figura 2. Ubicación de Cieneguilla, San Andrés Ixtlahuaca



Fuente: González (2023)

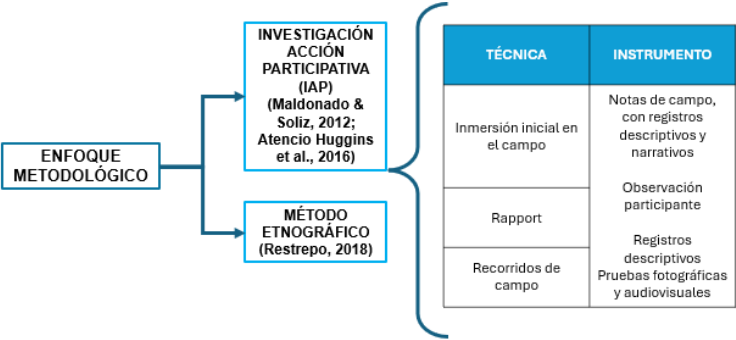
Para este estudio la unidad de análisis fue la comunidad de Cieneguilla y se trabajó con una muestra de 48 participantes seleccionados a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que el agente de policía de la comunidad realizó la invitación, estos fueron accesibles y estuvieron disponibles para participar en la investigación. Los actores participantes fueron las infancias, las familias, los docentes de los tres niveles educativos de la comunidad (preescolar, primaria y secundaria) y autoridades comunitarias (agente de policía e integrantes de su cabildo; integrantes del comité de agua potable y comités escolares).

Para el desarrollo metodológico del trabajo, se utilizó un diseño cualitativo basado en la Investigación Acción Participativa (IAP) (Maldonado & Soliz, 2012; Atencio

et al., 2016) permitiendo involucrar a la comunidad en todas las etapas del proyecto; complementado con el método etnográfico (Restrepo, 2018), el cual facilitó la comprensión de las percepciones y prácticas culturales relacionadas con el agua. Se integraron técnicas como la inmersión inicial en el campo, el rapport y la observación participante (Geilfus, 2002). De esta manera, el trabajo de investigación se orientó a impactar en la solución de la problemática identificada (Ander-Egg, 1995).

El período del estudio fue de agosto 2021 a marzo 2023 y se estructuró en dos etapas principales: 1) Diagnóstico de la cultura del agua a nivel comunitario y 2) Diseño, implementación y evaluación del Plan de Acción para el fortalecimiento de la cultura del agua.

Figura 3. Enfoque metodológico y técnicas participativas



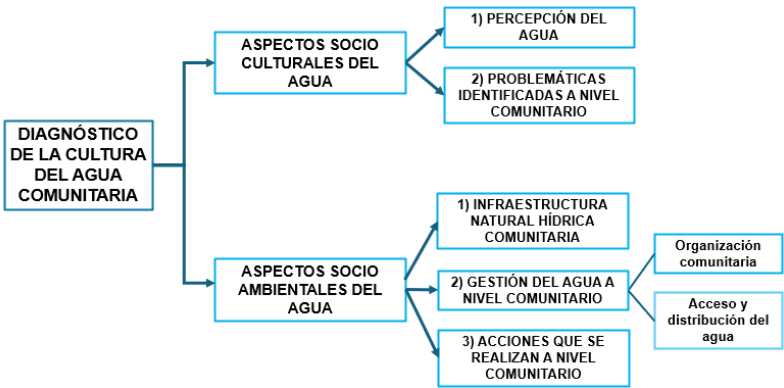
Fuente: elaboración propia con datos de Maldonado & Soliz (2012); Atencio et al. (2016); Restrepo (2018).

Diagnóstico de la cultura del agua a nivel comunitario

En la Figura 3 se muestran las categorías del diagnóstico sociocultural y ambiental del agua en la comunidad. En la Tabla 1 se muestran las herramientas participativas que se utilizaron para la recolección y

el análisis de la información. El objetivo final de estas herramientas fue identificar la cultura del agua de la Cieneguilla, y con la IAP involucrar directamente a la comunidad en el proceso de investigación, la toma de decisiones compartida y la acción colectiva.

Figura 4. Categorías del diagnóstico



Fuente: Elaboración propia con datos de McCarthy (1990)

Tabla 1. Técnicas e instrumentos utilizados en la recolección y análisis de la información		
Técnica	Instrumento	Descripción
Diagnóstico sociocultural del agua		
Recorridos de campo	Diario de campo Observación participativa	Se realizaron 20 recorridos de campo, que permitieron identificar el contexto sociocultural y fortalecer la construcción de redes con la comunidad e informantes clave.
Diálogos informales	Cuaderno de notas Registros anecdóticos	Estos fueron conversaciones de manera espontánea y no estructurada entre los habitantes de la comunidad.
Diálogos con informantes clave	Cuaderno de notas	Se identificaron 4 informantes clave (2 mujeres y 2 hombres), quienes acompañaron el proceso de investigación.
Entrevistas semiestructuradas	Software Atlas.ti (transcripción, codificación y análisis)	Muestreo no probabilístico por conveniencia (Hernández et al., 2014). 5 criterios de inclusión: ser habitante de la comunidad, equidad de género, jóvenes y adultos, al menos una autoridad comunitaria y al menos un integrante de un comité escolar.
Diagnóstico socioambiental del agua		
Diálogos con informantes clave	Cuaderno de notas	Se identificaron 3 informantes clave (1 mujeres y 2 hombres), quienes acompañaron el proceso de investigación.
Entrevistas semiestructuradas	Observación participativa Software Atlas.ti (transcripción, codificación y análisis)	Muestreo no probabilístico por conveniencia (Hernández et al., 2014). 5 criterios de inclusión: ser habitante de la comunidad, equidad de género, jóvenes y adultos, al menos una autoridad comunitaria y al menos un integrante de un comité escolar.
Cuestionarios	Registro fotográfico y audiovisual Cuaderno de notas y descripción de los participantes	Se aplicaron bajo el muestreo no probabilístico por conveniencia (Hernández et al., 2014). Se estructuraron en 6 categorías (García, 2003): Datos actuales; dominio personal; dominio del ambiente; datos subjetivos; actitudes, motivaciones y sentimientos; y conocimientos.
Talleres participativos	Escala Likert de evaluación del taller (Likert, 1932)	Se realizaron 4 talleres participativos con los temas: ¿Cómo se mueve el agua en la tierra?; Sistemas de captación de agua de lluvia y Biodigestores anaerobios. Se desarrollaron en los 3 centros escolares y con familias de la comunidad.
Mapeo participativo	Cartografía Oralidad Memoria colectiva	Se desarrollaron mapas que reflejaron los conocimientos de la comunidad sobre su espacio, territorio y recursos naturales. En estos se ubicó la infraestructura natural hídrica

Fuente: elaboración propia con datos de Hernández et al. (2014); García (2003); Likert, (1932); e investigación de campo.

Plan de Acción para fortalecer la cultura del agua comunitaria

En la Tabla 2, el plan de acción se construyó considerando los resultados del diagnóstico y la metodología del modelo 4MAT (McCarthy, 1980).

Tabla 2. Metodología del diseño, implementación y evaluación del Plan de Acción para el fortalecimiento de la cultura del agua comunitaria			
Etapas	Metodología	Descripción	Característica
Diseño	4MAT (4 Mode Application Technique) de McCarthy (1980).	Este modelo divide el ciclo de aprendizaje en 4 cuadrantes, cada uno de estos corresponde a un estilo de aprendizaje (1. Imaginativo, 2. Analítico, 3. Sentido común, y 4. Dinámico) y a un conjunto de preguntas que facilitan el aprendizaje y la motivación del participante (1. ¿Por qué?, 2. ¿Qué?, 3. ¿Cómo? Y 4. ¿Qué sucedería si?).	Consta de 8 etapas secuenciales: conectar, reflexionar, imaginar, definir, practicar, extender, pulir e integrar. Para cada uno de las etapas se diseñó un taller participativo. Esta etapa se desarrolló de manera conjunta con los actores participantes.

Implementación	4MAT Talleres participativos	Se implementaron 8 talleres participativos a 48 participantes (52% hombres y 48% mujeres). En los que se encuentran infancias de 3 a 15 años, docentes de nivel preescolar, primaria y secundaria; y autoridades comunitarias.	Los talleres se implementaron a grupos intergeneracionales de infancias y adultos convocados por medio del Agente de policía y los docentes.
Evaluación	Escala Likert (Likert, 1932),	Cuestionarios estructurados con una escala Likert (alta, media y baja).	Se evaluó: Grado de sensibilización respecto a una actitud positiva hacia el agua y su cuidado.
	Registros y seguimientos en las familias Escala Likert (Likert, 1932)	Las familias registraban acciones de cuidado del agua semanalmente. Cuestionarios estructurados con una escala Likert (alta, media y baja).	Se evaluó: Adopción de habilidades prácticas para el cuidado del agua.
	Escala Likert (Likert, 1932),	Cuestionarios estructurados con una escala Likert (alta, media y baja).	Se evaluó: Grado de fortalecimiento de la cultura del agua.

Fuente: elaboración propia con datos de McCarthy (1980); Likert (1932); e investigación de campo.

Resultados

El método empleado facilitó la recolección de información valiosa que permitió abordar de manera integral las problemáticas relacionadas con la promoción de la cultura del agua en la Cieneguilla. Este método incorpora diversas opiniones y percepciones de los sujetos de análisis, infancias, adultos, docentes y autoridades comunitarias.

Factores socio-culturales del agua

Percepción sobre la importancia, disponibilidad y calidad del agua

Esta categoría se refiere a como los habitantes perciben y valoran el agua, considerando su importancia, disponibilidad y calidad. En ese sentido, se encontró que

en Cieneguilla los habitantes tienen una percepción del agua diversa, esta se manifiesta de manera distinta en los actores comunitarios, y varía dependiendo de las actividades que realizan, la edad y si tienen un cargo comunitario. Así como también, esta percepción depende de su contexto personal, de cómo este recurso repercute en su vida y en como perciben su disponibilidad en la época de estiaje y en la época de lluvia, así como su calidad.

En la Tabla 3 se identifica la percepción del agua de los actores de la comunidad. Esta diversidad de percepciones demuestra la complejidad de la gestión del agua, porque evidencia que no solo con llevar a cabo soluciones técnicas es suficiente para incidir en los problemas del agua, sino que, es indispensable considerar el entorno físico, las condiciones socioeconómicas y las percepciones de los distintos sectores de la comunidad.

Tabla 3. Percepción del agua en Cieneguilla			
Percepción del agua			
Actores	Importancia	Disponibilidad	Calidad
Infancias	Las infancias perciben el agua de una manera menos técnica, la asocian al juego, a las actividades de recreación y al cuidado del medio ambiente.	Estiaje: El agua es escasa, no hay. Su acceso se vuelve difícil y se requiere de mayores esfuerzos para obtenerla. Perciben preocupaciones en sus familias, las plantas se secan, no hay cosecha abundante y los animales no pueden tomar agua del río y las represas.	Al consumir el agua directamente de la llave, río y tanque, esta se percibe como de buena calidad.
		Lluvia: En época de lluvia el recurso es suficiente, perciben el agua como abundante, las plantas se ven verdes y no tienen preocupaciones.	
Familias	Los adultos, por su parte, priorizan el recurso para su alimentación, salud y actividades diarias, por un lado; por el otro, quienes se dedican a la Agricultura y Acuicultura, valoran más la disponibilidad del agua para su producción	Estiaje: Se percibe preocupación, porque se enfrentan a la escasez, deben buscar alternativas para tener agua (excavar pozos cerca del río, pedir agua a los vecinos, comprar garrafones)	Las familias perciben el agua de buena calidad, porque no se enferman. Le llaman “agua potable”, aunque no es agua suministrada por el sector gobierno.
		Lluvia: Se percibe como abundante, su disponibilidad es de fácil acceso, y perciben la oportunidad para recolectar y almacenar agua.	
Docentes	Los docentes, perciben el agua en su importancia para la salud, la higiene y el cuidado del medio ambiente. Se enfocan más en la parte de la formación de hábitos de cuidado y ahorro en los estudiantes.	Estiaje: Durante esta época los docentes perciben el agua como escasa para cubrir las necesidades básicas de la escuela.	Los docentes perciben el agua como buena, sin embargo, recomiendan a los estudiantes hervirla para su consumo.
		Lluvia: Perciben que el agua no se aprovecha adecuadamente en esta época.	
Autoridades comunitarias	Perciben el agua como un recurso vital para la supervivencia y el bienestar de la comunidad, involucrándose activamente en la gestión del suministro de agua potable.	Estiaje: Perciben al agua como insuficiente para cubrir las necesidades de la comunidad, y una escasez creciente debido al mal uso, la deforestación y la contaminación. Al ser escasa tienen que administrar mejor el recurso que se almacena en el tanque, el cuál por medio de tandeos se distribuye, siendo este cada tercer día, semana, o mes.	Perciben el agua como limpia, así como a las fuentes de agua como confiables. La comunidad confía en que el agua es de buena calidad.
		Lluvia: Perciben el agua como abundante, no se preocupan por su distribución y medidas de cuidado.	

Fuente: elaboración propia

Problemáticas del agua identificadas por la comunidad

En la Tabla 4 se presentan las problemáticas identificadas durante el diagnóstico, por los actores que participaron. Se observa que la problemática más sentida por

la comunidad es la escasez de agua, tema que afecta a toda la comunidad. La tabla muestra diversas percepciones y responsabilidades sobre las problemáticas, lo que destaca la necesidad de abordar estos desafíos a través de estrategias que incluyan a todos los sectores de la comunidad.

Tabla 4. Problemáticas identificadas por la comunidad	
Problemática	Actores
1. Escasez de agua	Todos
2. Falta de concientización sobre el uso del agua	Autoridades
3. Contaminación del río por vertido de desechos de peces	Infancias y familias
4. Falta de recursos económicos para obras hidráulicas	Autoridades
5. Contaminación por basura	Infancias
6. Deforestación	Autoridades y familias
7. Malos hábitos en el cuidado y ahorro del agua	Autoridades y docentes

Fuente: elaboración propia

Factores socio ambientales del agua

Infraestructura natural hídrica

La infraestructura natural son los elementos biofísicos de un territorio, agua, suelo, subsuelo, vegetación y biodiver-

sidad, que se interrelaciona entre sí para generar beneficios a las personas, que son complementarios a la infraestructura tradicional.

En este caso, en la Tabla 5 se identificó la infraestructura natural hídrica en el municipio de San Andrés Ixtlahuaca y la agencia Cieneguilla.

Tabla 5. Infraestructura natural hídrica en San Andrés Ixtlahuaca y Cieneguilla		
Lugar	Total de infraestructura natural hídrica	Infraestructura natural hídrica
San Andrés Ixtlahuaca	Total 23 cuerpos de agua (represas)	Las presas desempeñan un papel crucial en la recarga de los acuíferos, facilitando, a través de la infiltración, el incremento del nivel freático en los pozos. Además, estos cuerpos de agua funcionan como reservorios esenciales para los productores de la región, principalmente destinados al uso agrícola.
Cieneguilla	7 cuerpos de agua	4 de estas represas se utilizan para el abastecimiento de agua, las cuales, a través de procesos de infiltración y escurrimientos, contribuyen al suministro de agua hacia el tanque comunitario, del cual se abastecen los habitantes. 3 represas funcionan como reservorios para los agricultores.

Fuente: elaboración propia

A través de los recorridos de campo, se identificaron los cambios ocurridos en la comunidad de Cieneguilla respecto al agua. Se identificaron estos cambios principalmente en la época de estiaje y de lluvia. Esto permitió detectar patrones de escasez de agua y represas que requiere de atención prioritaria.

De las 7 represas que se detectaron en la comunidad de Cieneguilla, las 4 que abastecen de agua a la comunidad presentan riesgos críticos en la época de estiaje, al quedarse al 0% de su capacidad de almacenamiento de agua. Esto indica la importancia de desarrollar acciones específicas para la incidencia en la problemática del agua.

Estos recorridos y saberes demostraron la importancia de las represas para los ha-

bitantes, al ser su fuente principal de abastecimiento de agua. El vínculo con éstas es clave para la sostenibilidad y la conservación del agua. La importancia de reconocer el lugar que se habita enriquece y contribuye al trabajo colectivo para repensar el territorio y la manera en que se puede contribuir a cuidarlo y protegerlo.

Gestión del agua en el ámbito comunitario

En la comunidad, la gestión del agua se realiza a través de la organización comunitaria (Tabla 6) por medio de los comités de agua potable y de agua de riego, junto con el Agente de policía. La labor de los comités es fundamental para asegurar la distribución del agua, satisfaciendo las necesidades humanas, agrícolas y de los animales de traspatio, además de prevenir

conflictos relacionados con su uso (Tabla 7).

La distribución y acceso al agua en la comunidad depende de las condiciones climáticas, Durante la época de lluvias, de finales de mayo a mediados de septiembre aproximadamente, la comunidad se abastece principalmente de las presas de captación de agua pluvial situadas en la cima del cerro, las cuales permiten almacenar grandes volúmenes de agua para consumo humano y otros usos. En esta temporada, el recurso hídrico es abundante, los ríos y riachuelos mantienen un caudal suficiente, y los sistemas de captación de agua en

instituciones educativas están al 100% de su capacidad.

En contraste la época de estiaje, de principios de febrero a finales de mayo, se caracteriza por una disminución del caudal de las fuentes de agua, lo que limita el suministro y obliga a la comunidad a implementar un sistema de tandeo para distribuir el recurso de manera equitativa. Durante este período crítico, los habitantes recurren a otras fuentes como el río, pozos cercanos, y el canal de riego para cubrir sus necesidades básicas, aunque el acceso al agua es limitado, especialmente en mayo, el mes de mayor escasez.

Tabla 6. Estructura de la organización comunitaria en Cieneguilla

Tipo	Descripción	Encargado	Forma de trabajo	Duración del cargo
Sistemas normativos indígenas	Son principios y normas que la comunidad reconoce como válidas y aplicables en su vida diaria.	Asamblea comunitaria	Trabajo colectivo: Tequio (no se recibe ningún tipo de remuneración económica)	1 año
Asamblea comunitaria	Es el principal órgano de toma de decisiones, donde la comunidad define como se eligen y nombran a las autoridades comunitarias y los cargos.	Conformada por los ciudadanos y: -Agente de policía -Tesorero -secretario -comandante policía		
Sistema de cargos	Consiste en oficios y actividades que se designan entre los miembros de la comunidad y van rotando cada cierto tiempo.	Comités comunitarios Se conforman por 3 figuras: presidente, tesorero y secretario.		

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Actividades del comité de agua potable y de riego

Actividad	Descripción	Encargado	Infraestructura
Comité de agua potable			
Distribución	Abrir y cerrar diariamente la llave del tanque, establecer los horarios para esta actividad y determinar el tiempo que las llaves permanecen abiertas. Durante la temporada de estiaje, es también responsable de implementar el tandeo del agua, este puede ser cada tercer día, una vez a la semana, cada quince días o cada mes.	Presidente (principal responsable de la distribución del agua) Tesorero Secretario	Tanque de agua (El tanque se llena por medio de la infiltración del agua de las represas de captación)
Operación	Esto incluye la recolección de pagos por el suministro de agua, la gestión del sistema de distribución y el mantenimiento y reparación del sistema, así como también la vigilancia de que el agua no se desperdicie ni se contamine.		La distribución se realiza por medio de gravedad a través de una red de mangueras conectadas desde el tanque hasta cada una de las casas de la población.
Mantenimiento	Encargarse de que el tanque de agua se encuentre en buenas condiciones.		

Comité de agua de riego			
Distribución	El comité de agua de riego está a cargo de la distribución del agua para uso agrícola.	- presidente - Tesorero - secretario	Tanque de agua
Operación	Coordina y planifica el reparto del agua entre los habitantes.		

Fuente: elaboración propia

Acciones que se realizan a nivel comunitario

La comunidad de Cieneguilla ha implementado diversas acciones para la conservación y protección de sus recursos hídricos, como estrategia para hacer frente a la escasez de agua. Estas acciones han logrado fortalecer la organización comunitaria

a través de la promoción de la conservación de los recursos naturales. En la Tabla 8 se señalan los resultados de esta categoría. Estas acciones reflejan el esfuerzo comunitario por enfrentar las problemáticas del agua, promoviendo infraestructura natural basadas en soluciones para la naturaleza que combinan los saberes locales con estrategias innovadoras.

Tabla 8. Estrategias y normas comunitarias que Cieneguilla implementa			
Estrategias		Normas	
Captación y conservación del agua	Gestión y construcción de obras de captación pluvial	Normas comunales Acuerdos colectivos aprobados en la Asamblea por todos los habitantes, que regulan el uso de los recursos naturales y tienen derechos y obligaciones que los ciudadanos deben cumplir por el bien común.	Pago de cuotas comunitarias; Asistencia obligatoria a las Asambleas
	Implementación de zanjas de infiltración		
	Gestión de obras hidráulicas para mejorar la disponibilidad del agua		
Restauración ambiental y reforestación	Proyectos de reforestación con plantas endémicas para mejorar la retención de agua en el suelo	Normas sociales Son normas que establecen el comportamiento y las conductas de los habitantes para generar una convivencia positiva.	No hacer desorden; Respeto por las personas; No generar violencia; Cumplir con cooperaciones comunitarias, cuotas y multas; Forma de trabajo colectivo es el Tequio.
	Protección de áreas boscosas		
Organización comunitaria	Creación de comités de agua y medio ambiente	Normas ambientales Son reglas que buscan cuidar el medio ambiente y sancionar el incumplimiento de las prohibiciones que la comunidad establece, este tipo de normas incluye las referentes a la contaminación, tala de árboles, caza de animales y cuidado del agua.	Prohibido tirar basura; Prohibido contaminar el río; No lavar en el río; No cazar al venado cola blanca; Prohibido talar árboles; Prohibido desperdiciar el agua en época de estiaje
	Vinculación con autoridades comunitarias y ejidales		
	Aplicación de normas comunitarias para el cuidado del agua y el medio ambiente		
Educación y concientización	Participación en programas de educación ambiental		
	Vinculación con centros de investigación para capacitación en diversos temas		

Fuente: elaboración propia

Diseño, implementación y evaluación del plan de acción de promoción de la cultura del agua

Diseño

El Plan de Acción se conformó como una intervención educativa adaptada a las necesidades locales, se diseñó e implementó un total de 8 talleres participativos, un taller por cada etapa del ciclo y estuvieron dirigidos a los actores comunitarios. En la tabla 9 se presentan los 8 pasos del modelo

4MAT, el estilo de aprendizaje y su aplicación en el plan de acción.

Implementación

El Plan de Acción tuvo en un enfoque participativo, incorporando aspectos clave como los sentires, emociones, los saberes comunitarios, las prácticas y organización comunitaria. Se fomentó la creación de un ambiente de aprendizaje favorable y actividades interdisciplinarias tomando en cuenta los estilos de aprendizaje.

Tabla 9. Etapas del ciclo 4MAT en el Plan de Acción			
ETAPAS DEL CICLO 4MAT			
Etapa	Descripción		Estilo de aprendizaje
Conectar	Relacionar experiencias que tengan un sentido personal	Taller: “Reconocimiento del lugar que habito” Que los participantes, por medio de sentires y experiencias, exploren su comunidad tomando como elemento principal al agua, para identificar cómo ha cambiado su disponibilidad, distribución, calidad y cuidado a través del tiempo.	Imaginativo
Reflexionar	Reflexionar, analizar la experiencia	“¿Qué onda con el agua” Reflexionar acerca del agua y su papel en la vida, por medio de actividades prácticas	
Imaginar	Integrar a la experiencia la necesidad de mayor conocimiento	“Cuencas hidrográficas: espacios de vida y expresión cultural” Promover la comprensión sobre la importancia de las cuencas hidrográficas en el ciclo del agua y en el medio ambiente en general.	Analítico
Definir	Aprender conceptos y habilidades	“Sabías que...Conozcamos las Área Destinada Voluntariamente a la Conservación ADVC” Aprender conceptos sobre el ciclo del agua, cuencas hidrográficas, servicios ecosistémicos del agua, infiltración y recarga de acuíferos, escasez hídrica, contaminación del agua, deforestación, áreas de conservación, biodiversidad, gestión del agua).	
Practicar	Practicar con el contenido	“Recorrido histórico-cultural-ambiental: Las represas de mi comunidad” Identificar elementos históricos, culturales y ambientales de la comunidad por medio de recorridos de campo, para que los participantes comprendan las diversas problemáticas ambientales. Uso de SIG y percepción remota para la observación de cuerpos de agua en dos periodos de agua (lluvia y estiaje).	Sentido común
Extender	Organizar y sintetizar el aprendizaje de manera significativa	Visita a centro de investigación (CIIDIR Oaxaca) Fomentar el aprendizaje fuera del contexto local para aprender herramientas y técnicas que se pueden implementar en su comunidad (captación de agua de lluvia, calidad del agua, anfibios, reptiles, jardín botánico, pintura natural)	

Pulir	Analizar la relevancia y la utilidad de lo aprendido	“¿Cómo podemos fortalecer las prácticas comunitarias para el cuidado del agua?” “Día mundial del agua” Fomentar la resiliencia con acciones comunitarias a través de la identificación de las prácticas para el ahorro de agua, generar compromisos para proteger el recurso, conformar grupos de apoyo para monitorear el uso y cuidado del agua.	Dinámico
Integrar	Compartir, celebrar el aprendizaje y aplicar experiencias más complejas	Jornada de participación comunitaria “Voces del agua” Diálogos participativos, encuentros intergeneracionales y compromisos para la acción comunitaria que permitan identificar problemáticas y generar soluciones.	

Fuente: elaboración propia

Evaluación

Los principales resultados de la evaluación del plan refieren que los talleres efectuados lograron generar un resultado autentico y demostrable, al reconocer e identificar en los participantes sentires y emociones positivas, como alegría y ganas de participar. Dentro de los logros del plan de acción se encuentran la adquisición de buenas prácticas de consumo, manejo y gestión del agua en viviendas y en escuelas; la formación de hábitos de cuidado y ahorro; y la participación en las actividades prácticas. Así como también, se fortalecieron los lazos comunitarios al concientizar a la comunidad de que el problema del agua es de todos.

El enfoque implementado impulsó la responsabilidad colectiva y la conciencia

en las nuevas generaciones para hacer frente y actuar ante los problemas medioambientales con un compromiso más sólido.

En la tabla 10 se observan los indicadores evaluados en el plan de acción. Se alcanzó un impacto positivo respecto a la sensibilización y el fortalecimiento de la cultura del agua comunitaria, con más del 50% de los participantes en la escala alta en todos los indicadores. Se observa que, aunque la adopción de habilidades prácticas presento un resultado positivo con el 50% en escala alto, existe un 35% que aún está en proceso de consolidar prácticas para el cuidado del agua. Es importante continuar fortaleciendo las estrategias de aprendizaje, particularmente aquellas que refuercen la implementación de hábitos prácticos en la comunidad.

Tabla 10. Evaluación del plan de acción en Cieneguilla			
Indicador	Alta (%)	Media (%)	Baja (%)
Grado de sensibilización respecto al agua	65	25	10
Adopción de habilidades prácticas para el cuidado del agua en las familias	50	35	15
Grado de fortalecimiento de la cultura del agua	55	30	15

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La complejidad de los problemas del agua requiere de un análisis de todas sus aristas, contextualizarlos e integrarlos. Este trabajo refleja la multidisciplinariedad de abordar temas de agua, pero desde una perspectiva social, que tome en cuenta las necesidades propias de la comunidad y bajo ese contexto se diseñen soluciones apropiadas.

En las comunidades indígenas, donde se tienen formas organizativas, cultura y gestión propia del agua, los retos son aún mayores al abordar estos temas. No solo se trata de diseñar talleres de educación, capacitación y difusión, sino que estos deben de tomar en cuenta las características de la cultura local. Estos se deben de diseñar basados en las especificidades de la comunidad, percepciones y conceptualizaciones locales, sin buscar distorsionar algo que ya tienen construido, por un lado. Y por el otro, se debe de tomar en cuenta que los procesos de aprendizaje de las personas son distintos, de ahí la importancia de explorar metodologías educativas, participativas y que estén basadas en el aprendizaje comunitario, que integren los estilos de aprendizaje y permitan una apropiación del conocimiento desde las prácticas comunitarias.

Respecto a la gestión del agua, esta debe de verse no solo como la ejecución de proyectos hidráulicos y grandes obras, que muchas veces sectorizan la comunidad y otras veces los modelos tecnológicos no son aplicables a las comunidades, sino más

bien se debe de tomar en cuenta la gestión tradicional que las comunidades realizan y adaptarse a ese contexto. Entonces, se debe de ver a la cultura del agua como el eje central para la gestión del agua. Es necesario apostar por cambios culturales que estén encaminados a la construcción de cambios sociales que se reflejen en la manera de relacionarse con el agua.

Es fundamental identificar que, para abordar las problemáticas del agua desde un enfoque técnico, se deben incluir las percepciones, sentires y experiencias de la comunidad. Esto permitirá profundizar en las dinámicas sociales y culturales que se viven dentro de ella, lo que resulta importante para generar estrategias acordes a la comunidad.

Referencias bibliográficas

- Ander-Egg, E. (1995). Capítulo 3. La Investigación social. In *Técnicas de Investigación Social* (24a. Edici, p. 423).
- Arrojo, P. (2006). Los retos éticos de la nueva cultura del agua. *Polis - Revista de La Universidad Bolivariana*, 5(14), 0.
- Atencio, H. D. de J., D'silva, F. J., & Palomares, H. (2016). La investigación social y el método investigación acción y participativa (IAP). In I. U. de T. de Maracaibo (Ed.), *Metodología de investigación científica con una perspectiva Social Comunitaria* (Primera, Issue July, pp. 54–84). ASTRO DATA. https://www.researchgate.net/publication/318403539_La_Investigacion

- cion_Social_y_el_Metodo_de_Investigacion_Accion_Participativa
- Ávila, G. P. (2006). El valor social y cultural del agua. In V. Vázquez García, D. Soares Moraes, A. De la Rosa Regalado, & Á. Serrano Sánchez (Eds.), *Gestión y cultura del agua. Tomo II* (pp. 233–248).
- Avila, V. E. G. (2024). La percepción de cultura de agua por el usuario doméstico en las ciudades, una propuesta para su evaluación. *Religación*, 9(39), 1–4. <https://doi.org/http://doi.org/10.46652/rgn.v9i39.1156>
- Bastian, D. A. I., & Vargas, V. S. (2015). Agua, organización social, género y cultura en Morelos. In J. P. Editor (Ed.), *Agua y cultura en Morelos: Prácticas sociales de hombres y mujeres: Vol. número 1* (Primera, pp. 11–28).
- Becerra-perenguez, D. Y., Acosta-astaiza, C. P., & Leyton-luna, J. (2024). Gestión del recurso hídrico en la ruralidad, mediante estrategias de fortalecimiento comunitario. *Entramado*, 20(1), 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.10054>
- CEPAL. (2023). *Panorama regional ODS 6 Panorama regional*.
- CONAGUA, & SMN. (2024). *Monitor de Sequía de México*. [https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatología/Sequía/Monitor de sequía en México/](https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatología/Sequía/Monitor%20de%20sequía%20en%20México/Seguimiento%20de%20Sequía/MSM20240531.pdf)
- Seguimiento de Sequía/MSM20240531.pdf
- Fiallo, G. C., & Pesoa, M. (2023). Desafíos líquidos. *QRU: Quaderns de Recerca En Urbanisme*, 5–9. <https://doi.org/10.5821/gru.12149>
- Geilfus, F. (2002). Herramientas de participación comunitaria. In *Diagnóstico, Planificación Monitoreo y Evaluación* (Issue San José-Costa Rica). <http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>
- González, C. I. Y. (2023). *Promoción y sensibilización colectiva para la cultura comunitaria del agua: el caso la Cieneguilla, San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca* (Issue 1). Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca.
- H. Ayuntamiento de San Andrés Ixtlahuaca. (2013). *Plan Municipal de Desarrollo Sustentable 2011-2013* (p. 87).
- H. Ayuntamiento de San Andrés Ixtlahuaca. (2014). *Plan Municipal de Desarrollo de San Andrés Ixtlahuaca 2014-2016* (p. 112). https://www.merida.gob.mx/municipio/portal/gobierno/doc/PMD/PMD_2021_2024.pdf
- IMCO. (2023). *Aguas en México ¿Esasez o mala gestión? Situación Del Agua En México*. <https://imco.org.mx/situacion-del-agua-en-mexico/>

- Likert, R. (1932). Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 22, 5–55. <https://doi.org/10.4135/9781412961288.n454>
- Maldonado, A., & Soliz, F. (2012). Guía de Metodologías Comunitarias Participativas. In *Guía de Metodologías comunitarias participativas* (Vol. 5, Issue 5). <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3997/1/Soliz,F-CON008-Guia5.pdf>
- Martínez, H. F. H., Belmonte, J. S. I., & Ladrón de Guevera, T. M. de los Á. (2021). Estimación de la recarga anual del acuífero de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca. *Contribución Al Conocimiento Científico y Tecnológico En Oaxaca*, 5(5), 03–10.
- McCarthy, B. (1990). Using the 4MAT System to Bring Learning Styles to Schools. *Educational Leadership*, 48(2), 31–37.
- McCarthy, B., & McCarthy, D. (2006). *Teaching Around the 4MAT® Cycle: Designing Instruction for Diverse Learners with Diverse Learning Styles* (Corwin Press (ed.)). Thousand Oaks.
- Peña, G. A. (2007). Una perspectiva social de la problemática del agua. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, UNAM*, 62, 125–137. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112007000100008&script=sci_arttext
- Restrepo, E. (2018). *Etnografía: alcances, técnicas y éticas*. (Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (ed.); 1a. ed.).
- Uyangör, S. M. (2012). The effectiveness of the 4MAT teaching model upon student achievement and attitude levels. *International Journal of Research Studies in Education*, 1(2), 43–53. <https://doi.org/10.5861/ijrse.2012.v1i2.63>
- Vargas, R. (2006a). Cultura y Democracia del Agua. *POLIS, Revista Latinoamericana*, 14, 0. <http://journals.openedition.org/polis/5140>
- Vargas, R. (2006b). *La Cultura del Agua Lecciones de la América Latina* (2006 Montevideo : UNESCO Office Montevideo (ed.); Primera ed). UNESCO Office Montevideo and Regional Bureau for Science in Latin America and the Caribbean.

Bioenergía en el nexo agua, energía y alimentos (WEF) en San Agustín de los tordos, Irapuato, Guanajuato, México¹

María del Rosario Reyes-Santiago²;
Patricia S. Sánchez-Medina³; Ana
Elizabeth Maruri Montes de Oca⁴;
Maribel Hernández Rosales⁵

Resumen

La bionería, como alternativa energética, y su aprovechamiento en comunidades rurales, tiene profunda influencia con las interacciones entre agua, energía y alimentos, conocidas como el nexo WEF. Derivado de lo anterior, esta investigación analizó cómo dichos vínculos actúan como impulsores o barreras en el desarrollo bioenergético, utilizando como caso de estudio la comunidad de San Agustín de los Tordos, Guanajuato, México, que participó en un Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) de 2021 a

2024. La investigación adoptó el enfoque del nexo WEF y empleó una metodología etnográfica retrospectiva para recuperar experiencias significativas generadas durante el desarrollo del proyecto. Los resultados revelan que el aprovechamiento de la bioenergía en esta comunidad se inserta en un contexto donde los nexos entre agua, energía y alimentos están moldeados por interacciones tanto regionales como globales. Estas relaciones dinámicas pueden actuar como factores facilitadores o limitantes para el desarrollo bioenergético. El análisis del nexo WEF en el marco de una iniciativa de bioenergía, permite anticipar y gestionar los desafíos de manera integral y alineada con los requerimientos sistémicos. Este enfoque contribuye a una mayor certidumbre en la implementación de proyectos comunitarios, fortaleciendo su viabilidad y sostenibilidad.

Palabras clave: bioenergía, WEF, sistemas socio ecológicos, etnografía.

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación "N° 319773 "Producción de biocombustibles para uso rural a partir de desechos agropecuarios mediante la optimización de consorcios microbianos usando metagenómica (CONAHCYT PRONACES)" en 2024.

2 Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales; Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Posdoctorante de Estancias Posdoctorales por México para la Formación y Consolidación de las y los Investigadores por México CONAHCYT.; Oaxaca, México; E-mail: mareyess@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4199-0210>

3 Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales; Profesora investigadora del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca; E-mail: psanchez@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2949-3374>

4 Doctora en Ciencias Sociales; Secretaria de las Mujeres del Estado de México; Estado de México; E-mail: anamaruri.m@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8387-7139>

5 Doctora en Ciencias; Profesora Investigadora del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Guanajuato; E-mail: maribel.hr@cinvestav.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1878-1223>

Bioenergy in the Water, Energy and Food (WEF) Nexus in San Agustín de los Tordos, Irapuato, Guanajuato, Mexico

Abstract

The utilization of bioenergy in rural communities is deeply influenced by the interactions between water, energy, and food, known as the WEF nexus. This research analyzed how these connections act as drivers or barriers in bioenergy development, using the case study of the community of San Agustín de los Tordos, Guanajuato, Mexico, which participated in a National Research and Advocacy Project (Pronaii) from 2021 to 2024. The study adopted the WEF nexus approach and employed a retrospective ethnographic methodology to recover meaningful experiences generated during the project's development. The results reveal that the utilization of bioenergy in this community is embedded in a context where both regional and international interactions shape the links between water, energy, and food. These dynamic relationships can act as facilitators or constraints for bioenergy development. Analyzing the WEF nexus within the framework of a bioenergy initiative enables the anticipation and management of challenges in an integrated manner, aligned with systemic requirements. This approach contributes to greater certainty in the implementation of community projects, strengthening their viability and sustainability.

Keyword: bioenergy, WEF, socioecological systems, ethnography.

Introducción

El nexo entre agua, energía y alimentos (WEF) ha cobrado mayor importancia para la gestión de los recursos naturales en la última década, especialmente en el sur global (Willaarts et al., 2021). A través de esta perspectiva se busca superar la gobernabilidad y la gestión fragmentada de los recursos y favorecer la seguridad hídrica, energética y alimentaria (Naidoo et al., 2021).

El nexo WEF es una herramienta valiosa para abordar los desafíos del agotamiento de los recursos y el aprovechamiento de nuevas formas de energía limpia (Herrera-Franco et al., 2024). La investigación en torno al nexo WEF y su relación con energías alternativas se ha realizado principalmente en países desarrollados como Estados Unidos, China y Reino Unido (Herrera-Franco et al., 2022). En este contexto, la bioenergía ha contribuido a la transición hacia un sector energético autosuficiente y con bajas emisiones de carbono (Pulighe & Pirelli, 2023).

En el contexto mexicano, López-Díaz et al. (2018) propusieron un modelo de programación de biorrefinación para considerar simultáneamente los objetivos económicos y ambientales en el entorno de la cuenca del Río Balsas. Por otra parte, Cansino-Loeza et al. (2019) aplicaron un modelo general de programación matemática para satisfacer las necesidades de agua, energía y alimentos en comunidades aisladas y de bajos ingresos, generaron diferentes escenarios posibles para satisfacer las necesidades de agua, energía y alimentos en comunidades del estado de Guerrero. Ambas investigaciones, ponen de manifiesto la necesidad de ampliar las perspectivas de análisis y estudio.

Sin embargo, la operacionalización del nexo sigue siendo reducida y escasa, principalmente, por la incapacidad de los esquemas actuales para convertir el enfoque del modelo teórico en una herramienta práctica de apoyo en la toma de decisiones, la gestión de recursos y la gobernanza (Naidoo et al., 2021).

En tal sentido, el objetivo de esta investigación es el análisis del vínculo entre el aprovechamiento de la bioenergía y su nexo con el agua y los alimentos (WEF) en el marco del proyecto PRONACES 319773 “Producción de biocombustibles para uso rural a partir de desechos agropecuarios mediante la optimización de consorcios microbianos usando metagenómica” financiado por CONAHCYT, y llevado a cabo en dos comunidades, una de ellas la comunidad de San Agustín de los Tordos en el municipio de Irapuato, estado de Guanajuato, México. Para ello se

recurre a la etnografía retrospectiva como una forma de investigación cualitativa. Por una parte, se ha indagado en la historia de la región para comprender sus características y el uso de sus recursos. Por otra parte, se presentan elementos significativos, tales como percepciones, temores, deseos, expectativas, que se han recolectado a lo largo del proyecto, y que ahora cobran sentido para comprender tanto los factores motivadores como los elementos que dificultan y limitan el aprovechamiento de la bioenergía.

Este estudio revela cómo el aprovechamiento de una nueva forma de energía está profundamente ligado a la trayectoria histórica de la comunidad. El nexo WEF actúa como un catalizador para la adopción de tecnologías que promuevan un futuro más sustentable, pero al mismo tiempo presenta limitantes y desafíos significativos. Los resultados obtenidos en esta investigación contribuyen a una gestión más adecuada de los proyectos energéticos, permitiendo que estos se adapten a las necesidades y particularidades de la comunidad.

En las siguientes secciones se desarrollan: el marco de referencia, la metodología empleada, los resultados y las conclusiones.

Marco de referencia

Antecedentes del nexo WEF

El nexo WEF surge en 2018 como una estrategia de política pública para dar so-

lución a los grandes problemas que caracterizan al sector hídrico, energético y alimentario de los países de América Latina y el Caribe (Peniche, 2021). El enfoque del nexo se fundamenta en la necesidad de describir y analizar las interdependencias entre los sectores de agua, energía y alimentación a fin de superar la gestión fragmentada, reducir las ineficiencias, los conflictos y las incidencias negativas derivadas de la falta de tratamiento conjunto; de esa forma se busca incrementar la seguridad hídrica, energética y alimentaria y lograr sistemas más sustentables (Embid & Martín, 2018).

Biotechnología en el nexo WEF

Se sabe que el 72% de todas las extracciones de agua dulce en el mundo se destinan a la agricultura (ONU, 2021), y alrededor del 5% del consumo total de energía final se utiliza directamente en el sector agrícola (FAO, 2000). El agua interactúa con la energía para la producción agrícola en procesos como: riego, fertilización, cosecha, labranza, procesamiento y almacenamiento de alimentos (Peniche, 2021).

La energía se vincula con el agua porque es útil para procesos como bombeo, tratamiento, potabilización, desalinización, drenaje y distribución (Peniche Camps, 2021). Cabe señalar que la agricultura también tiene un impacto en los cuerpos de agua, por ejemplo, la presencia de compuestos de nitrógeno y fósforo que se han identificado en sistemas hídricos origina la eutrofización de los ecosistemas acuáticos; como consecuencia una alta concentra-

ción de nitritos y nitratos en el agua potable supone un grave riesgo para la salud humana (Hidalgo García, 2017).

En la generación de bioenergía, se utilizan recursos que proviene de materiales de origen biológico, tales como plantas, derivados de plantas y residuos pecuarios (biomasa) (Herrera Franco et al., 2022). La bioenergía es la segunda fuente comercial de energía renovable después de la hidroeléctrica y se caracteriza por su alta eficiencia, limpieza y conveniencia en el sector comercial (Herrera Franco et al., 2024). Su contribución estratégica es crucial para afrontar nuevos desafíos energéticos y económicos, como la disminución del uso de combustibles fósiles y la promoción de transformaciones socioeconómicas orientadas al desarrollo sostenible (Naidoo et al. 2021; Herrera Franco et al., 2024).

Metodología

Diseño metodológico

En esta investigación se ha utilizado la etnografía retrospectiva, una metodología cualitativa que sirvió como herramienta principal para guiar el análisis. La etnografía retrospectiva permite estudiar el modo de vida pasado como si fuera contemporáneo (Quiroz, 2015), para ello se utilizan equivalentes históricos de las observaciones de los etnógrafos, que funcionan como contexto para una explicación de la acción colectiva (Tilly, 1978).

En este caso, primero se realizó una revisión bibliográfica para comprender el nexo WEF en el desarrollo histórico de la región del bajo, en la cual se sitúa San Agustín de los torcos. Se analizó cómo la trayectoria histórica de la región, en cuanto al uso de sus recursos, influye en las percepciones de nuevas formas de aprovechamiento energético. También, se rememoran las experiencias que emergieron en las diferentes fases del proyecto y se triangulan con información histórica.

Este ejercicio etnográfico retrospectivo se fundamenta en la memoria de quienes colaboraron en el proyecto y los significados que se construyeron en los procesos comunitarios. Las observaciones iniciales cobran un significado completo al término de este y facilitan el análisis del nexo entre agua, energía y alimentos, y cómo los vínculos dinámicos entre los recursos actúan como impulsores o barreras para el aprovechamiento de la bioenergía.

Región de estudio

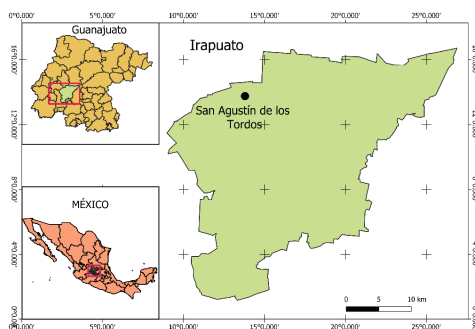
El Estado de Guanajuato está ubicado en la región centro-norte del país, limitado al norte con Zacatecas y San Luis Potosí, al este con Querétaro, al sur con Michoacán y al oeste con Jalisco. Tiene una extensión de 30,606.7 km² que representa 1.6% de la superficie del país, y, una población de 6,166,934 habitantes, que equivale al 4.9% del total del país. Dicha población es 72% urbana y 28% rural, con una edad mediana de 28 años (INEGI, 2020).

El Estado se divide en 46 municipios, de los cuales destacan: León, Irapuato y

Celaya por ser los que concentran mayor número de población. El municipio de Irapuato cuenta con una superficie de 851.1 km², que representa el 2.8% del territorio estatal, limita al norte con los municipios de Silao y Guanajuato; al este con Salamanca; al oeste con Romita, Abasolo y Pueblo Nuevo.

La localidad de San Agustín de los Torcos se localiza en la zona norponiente del municipio de Irapuato, Guanajuato (Figura 1), cuenta con una población de 1,475 habitantes, el crecimiento en los últimos años ha sido lento, y destaca ligeramente la proporción de población femenina sobre la masculina (INEGI, 2020).

Figura 1. Mapa de localización de San Agustín de los Torcos



Fuente: modificado de Reyes-Santiago et al. (2024).

Resultados

WEF en el Bajío

La región del Bajío se sitúa en una cuenca hidrológica que abarca el sur de Guanajuato, el norte michoacano y el suroeste

de Querétaro, el vínculo histórico de estos municipios trasciende sus límites político-administrativos y se ha sostenido debido a su producción agrícola (Camargo, 2024).

Camargo (2024) diferencia tres etapas en la tradición agrícola regional. En la primera etapa (1750-1830) la actividad y sus formas de explotación se concentraba principalmente en las haciendas; y se encontraba fuertemente vinculada a las zonas mineras. La región se destacaba por la producción de plata, el cultivo de cereales y el pastoreo que tuvieron lugar de manera alternada; esta dinámica posicionó al Bajío como un centro productivo y comercial con diversos puntos de distribución estratégicos locales.

Los cultivos principales eran el maíz, el trigo y la cebada. Cabe señalar que las haciendas y las unidades subarrendadas controlaban el 60% de las tierras más productivas de riego, y en su mayoría se encontraban cerca al río Lerma. Para lograr la especialización en la producción de cereales, a partir de 1740, fue necesario un mejor uso y distribución de los recursos hídricos. Se optó por aprovechar las aguas de lluvia obtenidas entre los meses de mayo y septiembre, a través de canales de derivación que se generalizaron en las principales unidades productivas.

La construcción de presas y obras hidráulicas permitió el incremento de la superficie de siembra y el sostenimiento de ganado y con ello la ampliación de la estructura productiva, y el fortalecimiento de su integración al mercado nacional.

En la segunda etapa (1840-1910), el sistema productivo del Bajío sufrió daños debido a la inestabilidad provocada por la Revolución Mexicana; se presentaron problemas de distribución e incremento de precios en los cultivos de mayor demanda. Las leyes de Reforma facilitaron el surgimiento de una nueva élite terrateniente que adquirió su fortuna gracias al proceso de desamortización. Este nuevo grupo, operó con un enfoque capitalista más agresivo sobre la actividad agrícola.

Se avanzó en la construcción de bodegas de granos, la producción se distribuía a través del ferrocarril a diferentes puntos de México, y se recurrió al arrendamiento de las tierras como una estrategia de explotación agraria. Durante este periodo, se acentuó el predominio de los cereales; en 1906 un 85% de la producción agrícola era de trigo y maíz, en detrimento de los cultivos de camote, chile, alfalfa, haba, lenteja y fresa.

Durante la tercera etapa (1940-1970) se concluyeron importantes obras relacionadas con el recurso hídrico, como las presas, constituyendo distritos de riego en beneficio de la agricultura de todo el Bajío, que entre 1949 y 1956 acrecentó su superficie irrigable en un 30%. La apertura de pozos se convirtió en una práctica de utilidad para propietarios privados, que manejaban en sus unidades de producción cultivos básicos con otros más rentables y de explotación intensiva como: alfalfa, sorgo, hortalizas, fresa, jitomate, haba, garbanzo y camote.

En el Bajío se observaron ritmos positivos en volumen (toneladas producidas) de la mayoría de sus cultivos dominantes; sin embargo, a principios de los años cincuenta (1952-1955) se experimentó una reducción considerable con respecto a años previos. Esta tendencia decreciente de la producción se explica por las sequías presentadas debido a la caída en el nivel de precipitaciones promedio del país.

Pese a que en los años 50 se puede identificar el inicio de la crisis hídrica, el Bajío, a través de sus cultivos dominantes, contribuyó a la producción nacional entre el 10% en el caso del jitomate y el sorgo, y un 50% a 80% en los demás productos (alfalfa, ajo, cebolla, cacahuete, fresa, garbanzo, papa), cifras que ratifican la permanencia de una actividad agrícola pujante por más de dos siglos.

Bioenergía en el nexo WEF en San Agustín de los Tordos

San Agustín de los Tordos es una comunidad que se asienta en los terrenos de una hacienda construida en 1880, misma que fue abandonada durante la Revolución Mexicana. El único vestigio que queda de la hacienda es la capilla de San Agustín que se encuentra en la población.

En el periodo posrevolucionario, el reparto de tierras permitió a los primeros pobladores tener parcelas para el desarrollo de la agricultura de temporal. Cabe señalar que este periodo es posterior al reparto agrario, debido a que si bien se dotó a los campesinos de extensiones de tierra no se

procuró generar formas para el abasto suficiente de agua, suministros y tecnología agrícola.

Actualmente, se cultiva maíz, sorgo, garbanzo, calabaza y frijol, también se realiza la cría de ganado bovino, caprino, ovino y porcino. Sin embargo, los pozos profundos para el abastecimiento de agua están casi agotados, además de que el agua con la que cuenta la comunidad presenta altos índices de metales pesados.

San Agustín de los Tordos ha quedado al margen del desarrollo agrícola de la región, por lo cual ha desarrollado estrategias para la supervivencia. Se rememora un pasado marcado por una mayor pobreza a la que se vive en la actualidad. Los pobladores de San Agustín refieren que entre 1940 y 1950 se vivió una gran escasez económica; sin embargo, en este periodo aún se contaba con un ecosistema que les proveía alimentos básicos como el maíz; además de que se podían recolectar nopales, hongos, y otras especies que crecen naturalmente en el territorio. A falta de estos elementos, el árbol de mezquite les proveyó de alimento y energía, pues los más pobres comían las vainas del mezquite y se utilizaba su leña para la cocina.

En este contexto, la migración es una alternativa para la supervivencia de las comunidades del Bajío. Salir a trabajar fuera de la comunidad, del estado e incluso del país y de esta forma obtener ingresos económicos, permite que los que se quedan puedan sobrevivir. Sin embargo, en la memoria de la comunidad se ha acentuado la

experiencia de que el dinero no garantiza una buena calidad de vida.

En la actualidad, la comunidad se ha organizado para tener una reserva de protección para el mezquite pues se tiene la experiencia que ante una grave crisis económica son los recursos naturales del entorno la vía para la supervivencia de la familia. Por lo que, contar con energía suficiente, permitiría conservar la reserva, al disminuir la necesidad de usar la leña como combustible.

En 2021 se inició el proyecto PRONACES 319773 “Producción de biocombustibles para uso rural a partir de desechos agropecuarios mediante la optimización de consorcios microbianos usando metagenómica” financiado por CONAHCYT. Esta iniciativa tuvo cuatro etapas. En la etapa semilla, que se desarrolló durante el segundo semestre de 2021, se trabajó en un diagnóstico del problema energético de la comunidad y se desarrolló un plan de acción a tres años.

En el primer año del proyecto, 2022, se trabajó en el fortalecimiento del diagnóstico, se desarrollaron acciones en la comunidad en cuanto a talleres sobre metodología participativa y la conformación de equipos de trabajo. Durante el segundo año del proyecto, se conformaron dos figuras fundamentales para la gestión comunitaria: las representantes comunitarias y los comités de bioenergía; además se inició con la construcción de un biodigestor.

Las características y ubicación del biodigestor de San Agustín de los Tordos, fue

un proceso largo que culminó en la decisión de que el biodigestor fuera instalado en una institución educativa de nivel medio superior, y, por lo tanto, fue ubicado en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) de la comunidad (Figura 2).

Figura 2. Elección de la localización del biodigestor de San Agustín de los Tordos



Al estar ubicado en una institución educativa, el biodigestor se encuentra en un terreno neutral, accesible para diversos actores que pueden beneficiarse de sus recursos. Además, su implementación es útil para el laboratorio de alimentos de la institución, mientras que los bioles generados pueden aprovecharse en los invernaderos.

Durante el tercer año del proyecto se trabajó en el uso del biodigestor; en particular en la resolución de los desafíos de su funcionamiento en el aspecto humano y técnico. Además, se realizaron diferentes sesiones para el aprovechamiento de la bioenergía para la preparación de alimentos que después se compartían con la comunidad. Cabe señalar que se elaboró

un recetario comunitario con ingredientes y formas de preparación tradicionales que pueden realizarse con bioenergía.

Bioenergía y agua

Los pobladores de San Agustín de los Tordos señalan que las precipitaciones comenzaron a disminuir de una forma drástica en los años recientes; en especial en el periodo que abarcó el proyecto, se presentaron las lluvias de temporal de forma muy esporádica. Debido a la escasez de las aguas superficiales, se ha agudizado la sobreexplotación del recurso hídrico ya que se ha tenido que incrementar cada vez más la profundidad de los pozos. En la actualidad, el agua que llega a la población no se puede usar para consumo humano por su color obscuro y el contenido de metales pesados como el arsénico, el cual tiene efectos negativos en la salud humana (Saldaña, 2010).

La falta de disponibilidad de agua presenta una limitante a la actividad agropecuaria. Aboytes (2024) señala que en Irapuato no se pueden perforar más pozos, sino por el contrario, se deben buscar otras opciones como la agricultura regenerativa, favorecer la filtración de agua y recargar mantos acuíferos. Aboytes (2024) afirma que en México se desperdicia una tercera parte de los alimentos que se producen; en este aspecto, la actividad agrícola de San Agustín de los Tordos favorece la salida de agua en la forma de cereales, verduras y frutas para exportación nacional e internacional.

En este contexto, el biodigestor funciona como un pequeño depósito temporal, ya que el agua que se destina para generar bioenergía se recupera, dado que los residuos del biodigestor son vióles que se utilizan para el riego de cultivos, de tal forma que el agua vuelve al ser humano mediante el consumo de alimentos locales. En la figura 3, se muestra el biodigestor que opera en San Agustín de los Tordos, cabe señalar que para generar bioenergía se requieren al menos 20 litros de agua diarios.

Figura 3. Generación de biogás en San Agustín de los Tordos



Debido a las condiciones de escasez, se observa que la disponibilidad del agua puede ser un factor crítico para la generación de bioenergía; en el caso de que la comunidad se encuentre en una situación tan crítica que tenga que decidir si destinar agua al biodigestor o utilizarla para sus necesidades elementales, optará por la segunda opción.

En este sentido, el proyecto ha permitido generar un acuerdo con el gobierno municipal para abastecer el agua necesaria para el biodigestor con pipas (Figura 4), así como la donación de una cisterna de 10

mil litros (Figura 5); esta es una solución a corto plazo, sin embargo, serán necesarias más acciones para una sustentabilidad hídrica a mediano y largo plazo.

Figura 4. Abasto de pipas ante la escasez de lluvias



Figura 5. Cisterna de agua para utilizar en el biodigestor.



Bioenergía, leña y gas licuado de petróleo (gas lp)

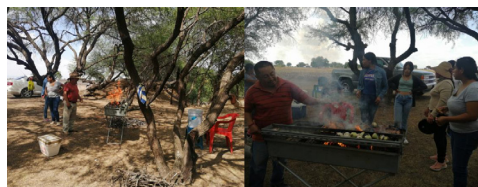
En San Agustín de los Tordos, previo al proyecto, la energía se adquiría de dos fuentes principales: la leña y el gas lp. La leña representa un importante combustible, esta se compra o recolecta; y se utiliza principalmente para la preparación de alimentos que requieren mucho tiempo de cocción como el nixtamal y los frijoles. Se calcula que la leña se utiliza al menos

una vez a la semana en los hogares de San Agustín de los Tordos, aproximadamente se ocupan 5 kg, en cuanto al costo de esta leña va de los 50 a los 150 pesos.

Recolectar leña es la alternativa cuando no se cuenta con dinero para comprarla, esta actividad está a cargo de las mujeres en la mayoría de los casos y conlleva uso de tiempo; aproximadamente 3 o 4 horas por carga, así como la exposición a accidentes y peligros, pues la leña se recolecta de los terrenos comunales en su mayoría. Además, el uso de leña genera daños a la salud por la inhalación de humo, de forma que las mujeres son más afectadas cuando se utiliza.

El uso de leña contribuye a la deforestación; aun cuando la población procura obtener leña de los árboles que ya están deteriorados o muertos, en las épocas más críticas se opta por la supervivencia y cortar lo que se pueda. La pérdida de la cubierta arbórea también genera la pérdida de otras especies de plantas y animales, así como los saberes asociados a ellos. Cabe señalar que en la actualidad la comunidad ha destinado un área de reserva para la conservación del mezquite (Figura 6); el uso de bioenergía favorece la conservación de esta zona.

Figura 6. Convivio en la reserva de mezquite.



El gas lp es otra de las fuentes de energía que comúnmente se utiliza en la comunidad; sin embargo, se vuelve inaccesible por los precios cada vez más altos, en la actualidad el precio del kg de gas lp es superior a los 20 pesos; si una familia utiliza solo gas lp ocuparía 20 kg por semana, 400 pesos; para ello la familia tiene que sacrificar otros bienes y servicios o conseguir más ingresos. Aunado a los costos elevados, en situaciones críticas como la pandemia por Covid-19 el suministro no está garantizado. Además, el uso de combustibles fósiles contribuye al calentamiento global y al cambio climático.

La situación energética de San Agustín de los Tordos se encuentra en tensión; en el caso de que el biodigestor presente problemas de funcionamiento, o bien los problemas entre los actores de la comunidad impidan su utilización, entonces se regresaría al uso de leña de una forma intensiva.

Bioenergía y residuos

En San Agustín de los Tordos se desarrolla la actividad agropecuaria; los biodigestores instalados se alimentan de las heces del ganado. Las excretas se aprovechaban integrándolas directamente a los suelos para fertilizarlos en cada ciclo agrícola. Para la generación de bioenergía las excretas se transforman en biogás y bioles, estos últimos utilizados como nutrientes para los terrenos. Además, las excretas atraen moscas y producen malos olores y contaminación, en tanto que los bioles no generan estos inconvenientes.

Una importante limitante en el uso y aprovechamiento del biodigestor, está relacionado con la escasez de excretas, resultado del abandono de la actividad de crianza de animales; la ganadería está estrechamente vinculada a la disponibilidad de alimento para el ganado, que depende a su vez de la producción agrícola y los pastos que crecen con las lluvias.

Bioenergía y alimentos

El biodigestor está conectado a parillas para ser utilizado en la elaboración de alimentos. En cuanto a los bioles, estos pueden ser fácilmente transportados a los cultivos escolares. Es oportuno mencionar que hay una preocupación por las nuevas generaciones y que los jóvenes puedan conocer y operar la ecotecnología.

Cabe señalar que, se ha elaborado un recetario con preparaciones locales que pueden elaborarse con el biogás que produce el biodigestor, de esta forma se entrelaza y se fortalece la visión de relación entre la energía y los alimentos, además de que se enfatiza la conservación y aprovechamiento de productos locales, así como los saberes en cuanto a sus formas de preparación.

Figura 7. Elaboración de alimentos con bioenergía

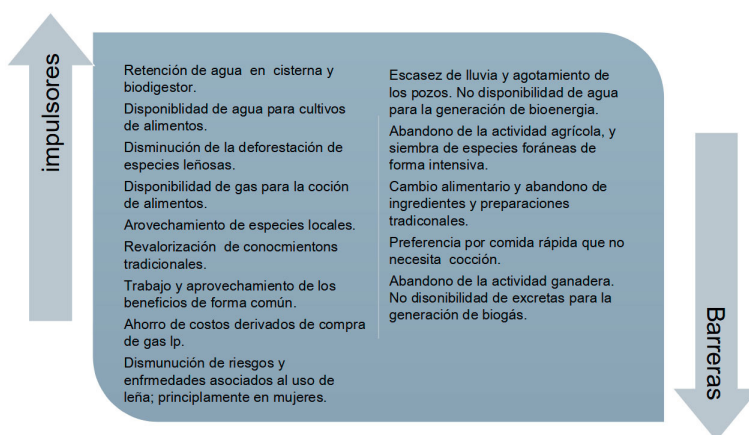


Conclusiones

La presente investigación, dado que se trata de un análisis retrospectivo, retoma el enfoque WEF para comprender, desde un amplio panorama, los factores que influyeron en el uso y aprovechamiento de una alternativa energética, particularmente la generación de bioenergía y su relación con el nexo, tomando en cuenta que el proyecto se desarrolló en un contexto rural que tiene características particulares en cuanto a la disposición de los recursos.

En tal sentido, el nexo WEF permitió adoptar un enfoque interpretativo desde el cual fue posible entender las conexiones que la bioenergía establece con el agua, los alimentos y la energía que proviene de la leña y el gas lp. La investigación destaca que estos nexos dinámicos pueden actuar como impulsores o barreras al aprovechamiento de bioenergía. Al final del proyecto, se cuenta con un panorama de como el nexo WEF está actuando en el contexto de la bioenergía. Los resultados se resumen en la Figura 8.

Figura 8. Impulsores y barreras en el nexo WEF



La investigación aporta a una mejor comprensión del papel que juega la bioenergía en la intersección entre agua, energía y alimentos, en un sistema concreto: la comunidad de San Agustín de los Tordos, durante la implementación del proyecto para el aprovechamiento de la bioenergía.

Las relaciones del nexo WEF favorecen la implementación de proyectos comunitarios como la experiencia situada en San

Agustín de los Tordos, pues permite considerar los recursos de un sistema socio ecológico, en su conjunto y con ello, mejorar las condiciones de éxito en su realización. A su vez, el nexo WEF permite identificar aquellas limitaciones y desafíos que los sistemas pueden enfrentar, y advertir los riesgos en el corto, mediano y largo plazo.

Esta investigación presenta la experiencia en un nuevo aprovechamiento energé-

tico en la comunidad de San Agustín de los Tordos, desde una perspectiva etnográfica. Investigaciones futuras pueden indagar en la etapa después del proyecto, cuando la operación del biodigestor esté completamente en manos de la comunidad. Además, se puede abordar el tema en otras comunidades con contextos similares a través de la implementación de una metodología cuantitativa. Finalmente cabe señalar que en el ámbito de las políticas públicas este documento es de importancia a fin de comprender la operación de los proyectos, en particular las limitaciones y oportunidades que el contexto impone para su desarrollo.

Referencias bibliográficas

- Cansino-Loeza, B., González-Campos, J. B., & Ponce-Ortega, J. M. (2019). Involving the Water-Energy-Food Nexus in Integrating Low-Income and Isolated Communities. In A. A. Kiss, E. Zondervan, R. Lakerveld, & L. Özkan (Eds.), *Computer Aided Chemical Engineering* (Vol. 46, pp. 427–432). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818634-3.50072-2>
- Embid, A. & Martín, L. (2018). Lineamientos de políticas públicas: Un mejor manejo de las interrelaciones del Nexo entre el agua, la energía y la alimentación. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44183/1/S1800859_es.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2017). The future of food and agriculture: Trends and challenges. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i6583e>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2000). El nexo entre la energía y la agricultura. https://www.fao.org/4/x8054e/x8054e00.htm#P-1_0
- Gonçalves, R. (2009). Sociabilidades Urbanas: cronistas e ranchos carnavalescos no Rio de Janeiro. En *As Festas e os Dias: Ritos e Sociabilidades Festivas*, editado por R.S. Gonçalves y M.L.V. de C. Cavalcanti, pp. 77-93. Contracapa, Rio de Janeiro
- Herrera-Franco, G., Bravo-Montero, L., Caicedo-Potosí, J., & Carrión-Mero, P. (2024). A Sustainability Approach between the Water-Energy-Food Nexus and Clean Energy. *Water* 16, no. 7: 1017. <https://doi.org/10.3390/w16071017>
- Herrera-Franco, G., Bollmann, H.A., Pasqual Lofhagen, J.C., & Mora-Frank, C. (2022). Analysis of the Water-Energy-Food Nexus and Its Contribution to Energy Development. In *Energy Production and Management in the 21st Century V*; WIT Press: Southampton, UK pp. 81–91.
- Hidalgo, M. (2017). La gestión del nexo agua-energía-alimentos: la clave para el desarrollo sostenible Localización. *Cuadernos de estrategia* 186,2017, 119-158.
- IEA (2012), *World Energy Outlook 2012*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/weo-2012-en>.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Panorama sociodemográfico. Guanajuato 2020. [Archivo PDF]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197841.pdf
- López-Díaz, D.C., Lira-Barragán, L.F., Rubio-Castro, E. (2018). Optimization of biofuels production via a water-energy-food nexus framework. *Clean Techn Environ Policy* 20, 1443–1466 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10098-017-1395-0>
- Naidoo, D., Nhamo, L., Mpandeli, S., Sobratee, N., Senzanje, A., Liphadzi, S., Slotow, R., Jacobson, M., Modi, A. T., & Mabhaudhi, T. (2021). Operationalising the water-energy-food nexus through the theory of change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, 111416. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111416>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), (2021). Avances en la gestión integrada de los recursos hídricos. <https://www.unwater.org/publications/progress-integrated-water-resources-management-2021-update>
- Peniche, S., (2021). El nexo agua, energía y alimentación. Apuntes desde la perspectiva de la economía ecológica en el caso mexicano. *Saberes* 13(1), 57-72. <https://doi.org/10.35305/s.v13i1.243>
- Pulighe, G., & Pirelli, T. (2023). Assessing the sustainability of bioenergy pathways through a land-water-energy nexus approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 184, 113539. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113539>
- Quiroz, D. (2015). Balleneros en la niebla: Una mirada para-etnográfica de la caza de ballenas en Chile. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* Volumen 47. Universidad de Tarapacá, Arica : 319-330.
- Reyes-Santiago, M. del R., Maruri Montes de Oca, A. E., Olalde Portugal, V., & Hernández-Rosales, M. (2024). Adaptive capability and socioecological traps: a bioenergy case in communities of Irapuato, Guanajuato, Mexico. *Energy, Sustainability and Society*, 14(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s13705-024-00445-4>
- Tilly, Ch. 1978. Anthropology, history and the Annales. *Review I*:207-213
- United Nations (ONU). (2014). The United Nations world water development report 2014. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000225741>
- Willaarts, B.A., Blanco, E., Llavona, A., & Martínez, D. (2021). *Análisis comparativo de acciones con enfoque del Nexo Agua-Energía-Alimentación: lecciones aprendidas para los países de América Latina y el Caribe*. Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

La producción del pulque, una práctica ancestral y sostenible¹

1Julita Moreno Avendaño²; Ana
Luz Ramos-Soto³; Fernanda
García Santiago⁴; Úrsula Acevedo-
Florez⁵; Jovany Sepúlveda Aguirre⁶

Resumen

En El Almacén, localidad del municipio Santa María Apazco, Oaxaca; la producción de pulque emerge como una actividad económica fundamental. Este ancestral elixir, conocido como “*ndidi kiuxi*” no solo es una bebida tradicional, sino también constituye una fuente vital de ingresos para las familias que se dedican a su elaboración, en particular de las mujeres. El objetivo principal del presente escrito se centra en visibilizar el papel fundamental

que desempeñan las mujeres en la producción tradicional del pulque y su contribución a la conservación del medio ambiente y al patrimonio cultural en la comunidad de El Almacén, Santa María Apazco; proponiendo estrategias para fortalecer esta actividad y garantizar su sostenibilidad. Metodológicamente se hace uso del análisis documental, entrevistas y observación participante para comprender la dinámica de las mujeres productoras de El Almacén. A partir del análisis se visibiliza la producción del pulque como tejido de vida que integra a las mujeres, la sostenibilidad y la cosmovisión indígena en la localidad de estudio. Se destaca la forma en que estas mujeres establecen una conexión profunda con la naturaleza, utilizando los recursos de manera sostenible. La participación de las mujeres en la cadena productiva del pulque ha fortalecido su papel en la comunidad, generando ingresos y mejorando su calidad de vida. Finalmente, se realizan recomendaciones para mejorar las condiciones de estas mujeres productoras, y se destaca como estas mujeres pulqueras han ido rompiendo con creencias culturales machistas, ganando mayor participación hasta llegar a ser las representantes de la producción del pulque en El Almacén.

Palabras clave: pulque, producción sostenible, mujeres productoras.

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación “Participación de la mujer en la cadena productiva de la elaboración del pulque en El Almacén, Santa María Apazco, Oaxaca” en (2024), como requisito para optar al título de Maestra en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Oaxaca.

2 Doctora en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico; Instituto Tecnológico de Oaxaca Posdoctorante en el Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca, México; julitamorenosave@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7482-8159.

3 Doctora en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional; Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca; Profesora-investigadora integrante del C.A. Emprendedores UABJO-CA-76; Oaxaca, México; analuz_606@yahoo.com.mx; ORCID: 0000-0001-8167-2631.

4 Maestra en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico; Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, México; E-mail: fernanda.garcia.santiago1@gmail.com; ORCID: 0009-0007-3269-0025.

5 Doctora en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico; Instituto Tecnológico de Oaxaca Posdoctorante en Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca; Oaxaca, México; E-mail: ursulacevedo@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6014-1046.

6 Doctor en Gestión de la Innovación Educativa. Magister en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional. Integrante del Cuerpo Académico de Emprendedores, Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca. E-mail: jovacib@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1047-6673

Pulque Production: An Ancestral and Sustainable Practice

Abstract

In El Almacén, a locality in the municipality of Santa María Apazco, Oaxaca, pulque production emerges as a fundamental economic activity. This ancestral elixir, known as *ndidi kiuxi*, is not only a traditional beverage but also a vital source of income for the families dedicated to its production—particularly women. The main objective of this paper is to highlight the essential role played by women in the traditional production of pulque and their contribution to environmental conservation and cultural heritage in the community of El Almacén, Santa María Apazco. It also proposes strategies to strengthen this activity and ensure its sustainability. Methodologically, the study employs document analysis, interviews, and participant observation to understand the dynamics of women pulque producers in El Almacén. Through this analysis, pulque production is revealed as a “fabric of life” that weaves together women, sustainability, and the local Indigenous worldview. The study emphasizes how these women establish a profound connection with nature, using resources in a sustainable way. Their participation in the pulque production chain has strengthened their roles within the community, generated income, and improved their quality of life.

Finally, the paper offers recommendations to improve the conditions of these

women producers and highlights how they have been challenging and overcoming patriarchal cultural beliefs, gradually becoming the primary representatives of pulque production in El Almacén.

Keyword: pulque, sustainable production, women producers

Introducción

El presente trabajo se centra en la localidad del Almacén, perteneciente al municipio de Santa María Apazco, Oaxaca. En dicha localidad ubicada en la región Mixteca del estado de Oaxaca, la producción de pulque emerge como una actividad económica fundamental. Este ancestral elixir, conocido como “*ndidi kiuxi*” o pulque, no solo es una bebida tradicional arraigada en la cultura local, sino también constituye una fuente vital de ingresos para las familias que se dedican a su elaboración, en particular en este lugar el mayor volumen de la producción es elaborado por las mujeres; y se presenta como una actividad económica con un alto grado de sostenibilidad, arraigada en prácticas ancestrales y respetuosas con el medio ambiente.

En “El Almacén” hay una mayor representación de mujeres jefas de familia, lo que genera que muchas de ellas se vean obligadas a la incorporación de la actividad económica de la producción del pul-

que, ya que al no haber un hombre en casa las mujeres asumen el rol de proveedoras del hogar. En el año 2016 un grupo de mujeres se reunió para renovar el cultivo de los magueyes pulqueros, 35 de ellas establecieron un grupo de trabajo llamado “Mujeres Milenarias”. Hay diez familias dedicadas a esta actividad en la comunidad, donde siete las encabezan jefas de familia. Estas familias integran a la organización de “Mujeres Milenarias”, sobre la cual se basa la presente investigación.

Dado lo anterior, el objetivo principal del presente escrito se centra en “visibilizar el papel fundamental que desempeñan las mujeres en la producción tradicional del pulque y su contribución a la conservación del medio ambiente y al patrimonio cultural en la comunidad de El Almacén, Santa María Apazco; proponiendo estrategias para fortalecer esta actividad y garantizar su sostenibilidad”. Con ello, se resalta que la participación económica de la mujer es importante para el desarrollo local, y específicamente en El Almacén, las mujeres juegan un rol crucial en la economía local con la producción y comercialización del pulque, tradición arraigada que genera ingresos económicos para las familias, conserva su identidad cultural, procura la cohesión social y representa una alternativa de producción sustentable.

La participación de la mujer rural tiene un impacto significativo en el desarrollo de las comunidades. Las mujeres rurales suelen ser responsables de gran parte de la producción de alimentos, la gestión de los recursos naturales y el mantenimiento de sus familias, lo que las convierte en agen-

tes clave para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico local.

Marco de referencia

El pulque como elemento clave de la cultura mexicana y su conexión con la naturaleza.

El pulque es una bebida alcohólica tradicional, con un porcentaje de alcohol que va del 4 al 6 % (Matías et al., 2019), lo cual es bajo en comparación con el grado de alcohol que contiene el mezcal (40 al 55%). Su aspecto es viscoso y de color blanco, que se obtiene del aguamiel (savia dulce) extraído del maguey pulquero y sometido a un proceso de fermentación. Su origen se remonta a la época prehispánica, en la cual era considerada una bebida sagrada, llamada “bebida de los dioses” (Navarrete y García, 2021); dentro de las bebidas no destiladas el pulque se considera como “la bebida prehispánica más emblemática e icónica de México” (Fernández, Sagar-naga, Salas, y Portilla, 2024, pág. 2). Se consideraba como una bebida ceremonial asociada a rituales religiosos y deidades como Mayáhuél, la diosa del maguey y Tlazoltéotl, la diosa de la fertilidad y la limpieza (Vela, 2014).

Es interesante mencionar que no era una bebida para ciudadanos comunes, sino más bien era una bebida consumida exclusivamente por ciertos grupos sociales, como sacerdotes, ancianos y guerreros (Navarrete y García, 2021), debido a su carácter sagrado. Durante la época colo-

nial, esta bebida fue popularizada entre las clases trabajadoras y campesinas, lo que se convirtió en un símbolo de identidad entre los criollos (INAH, 2012). Así, su producción y consumo estuvieron muy ligadas a las dinámicas comunitarias, ya que muchas familias se dedicaban a producirlo. Entonces las pulquerías se pusieron de moda en esas épocas, como espacios no solo de consumo, sino también como de espacios de convivencia, de intercambio cultural y de recreación.

Desde el aspecto cultural, la bebida aún se usa en fiestas patronales, ceremonias y eventos tradicionales, y se identifica como elemento integrador de la comunidad. Además de su valor cultural, el pulque es apreciado por sus propiedades nutricionales y es considerado un alimento completo y beneficioso para la salud. En la medicina tradicional indígena el pulque se empleó en el tratamiento de diversas enfermedades (Ballesteros y Sánchez, 2021; Calderón, Ponce, y Ruiz, 2024). Actualmente se reconocen sus beneficios como probiótico natural, además de que aporta calorías, proteínas, vitaminas, calcio y hierro. Contiene una gran variedad de bacterias beneficiosas para la salud, conocidas como bacterias ácido-lácticas (BAL), que influye en la reducción de enfermedades infecciosas y regula la micro-biota natural (Calderón, Ponce, y Ruiz, 2024).

Por lo tanto, el pulque no solo es una bebida, si no un pasado y presente de muchas comunidades, un símbolo de resistencia cultural y el conocimiento ancestral de México. Tal es su importancia que, en el 2010, el pulque fue incluido en la lista del

Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad de la UNESCO (Calderón, Ponce, y Ruiz, 2024).

Desarrollo Local Sustentable

El desarrollo local es una visión alternativa de la búsqueda desarrollo que se comenzó a generar a partir de la década de los años 70, como resultado de la crisis que sufrieron los países descentralizados (Cárdenas, 2002). Esta nueva visión de desarrollo busca mejorar las condiciones de vida y el nivel de bienestar de una región o comunidad específica mediante un crecimiento socioeconómico. Este crecimiento se fundamenta en el uso y aprovechamiento de los recursos propios de un territorio, considerando recursos humanos, naturales, culturales, económicos e institucionales para lograr un bienestar de la población local (Chinde, Labarca, y Cuétara, 2021).

De acuerdo con Vázquez Barquero (1988) uno de los principales exponentes de esta teoría, define al desarrollo local como:

“Un proceso de crecimiento económico y de cambio estructural que conduce a una mejora en el nivel de vida de la población local, en el que se pueden identificar tres dimensiones: una económica, en la que los empresarios locales usan su capacidad para organizar los factores productivos locales con niveles de productividad suficientes para ser competitivos en los mercados; otra, sociocultural, en que los valores y las instituciones sirven de base al proceso de desarrollo; y, finalmente, una

dimensión político-administrativa en que las políticas territoriales permiten crear un entorno económico local favorable, protegerlo de interferencias externas e impulsar el desarrollo local” (p. 129).

Este modelo de desarrollo se caracteriza por la participación de actores locales y de la comunidad, como moldeadores de su propio desarrollo. Es decir, “implica la concertación entre los agentes –sectores y fuerzas– que interactúan en un territorio determinado y la participación permanente, creadora y responsable de ciudadanos y ciudadanas en un proyecto común de diversas dimensiones” (Gallicchio y Camejo, 2005).

El desarrollo local a diferencia de los enfoques centralizados aboga a que las decisiones sean tomadas a nivel regional o comunitario, donde los actores locales y la comunidad tienen un mejor conocimiento de las necesidades y potencialidades de su territorio (Boisier, 2004). Busca promover la economía local, a través de la creación e impulso de redes y alianzas entre los sectores productivos, promoviendo de esta manera la creación de empleos y fomentando la producción local (Alburquerque, 2004). Por lo cual, las diferentes formas de organización productivas juegan un papel importante.

Por su parte, el desarrollo local sostenible pretende lograr un desarrollo productivo teniendo en cuenta la inserción social de las comunidades para activar los recursos ambientales que presenta la localidad en función de obtener mejor calidad

de vida, sobre todo de los sectores menos favorecidos que presentan una marcada vulnerabilidad (Ortiz y Alejandre, 2020); sin embargo, aunque buscan el uso y aprovechamiento de los recursos, este debe ser racional y con el uso de buenas prácticas productivas que no afecten el bienestar de las generaciones futuras.

Por lo tanto, las actividades económicas deben ser sostenibles a largo plazo, evitando la sobreexplotación de recursos naturales y minimizando los impactos ambientales. En dichas actividades entra la agricultura ecológica, basada en la producción de alimentos sanos y de calidad, respetando el medio ambiente y promoviendo la biodiversidad, como lo es el caso de la producción del pulque. En la producción del pulque, se tiene un cuidado y un respeto hacia la madre tierra, además de que los agaves se dan de manera natural.

De acuerdo con Gallicchio y Camejo (2005) el fin último del desarrollo local es elevar la calidad de vida de la población de un territorio, contribuir al desarrollo del país y estar preparados adecuadamente para los diferentes retos principalmente de la globalización y sustentabilidad. Los recursos locales son un motor de desarrollo. A través de proyectos territoriales, las comunidades pueden aprovechar todo su potencial para superar desafíos, generar riqueza y construir un futuro más sostenible, fortaleciendo así su autonomía y bienestar (Chinde, Labarca, y Cuétara, 2021).

El desarrollo de las comunidades rurales, como es el caso de El Almacén, debe ser un

proceso de desarrollo constante, integrado y autosostenible con el fin de mejorar las condiciones de vida de la población local. Sin embargo, es importante considerar que estos procesos necesariamente deben de ser endógenos, considerando la especificidad territorial, y autogestionados, es decir, con una correcta planificación que considere tanto la participación ciudadana como la participación de los gobiernos locales (Chinde, Labarca, y Cuétara, 2021) de manera conjunta.

La economía social y solidaria como alternativa para los grupos productivos comunitarios.

La economía social y solidaria (ESS) surge como una respuesta alternativa a los modelos económicos tradicionales, particularmente el capitalismo, que han generado desigualdad, exclusión social y deterioro ambiental. Es un modelo económico que se basa en la cooperación, la solidaridad y la autogestión. A diferencia del modelo económico capitalista tradicional, la ESS prioriza el bienestar social y el desarrollo comunitario sobre el lucro individual (Tapia y Alvarado, 2019). Se caracteriza por aspectos como la propiedad colectiva, la democracia interna, la solidaridad al buscar o ser su prioridad el bienestar de todos los miembros de la comunidad, el medio ambiente y la sostenibilidad (Rangel, Rea, y Navas, 2021).

Ejemplos en la parte conceptual de la economía social y solidaria (ESS):

Para la Red Intercontinental de Promoción de la Economía Social Solidaria (RIPESS, 2015), las dimensiones de la economía social solidaria son: económica, social, cultural, política y ambiental. La dimensión económica abarca producción, finanzas, distribución, intercambio, consumo y gobernanza. También, se considera que en la práctica de la ESS debe considerarse la autogestión y propiedad colectiva, trabajo e intercambios no monetizados, movimientos sociales, bases fértiles y aliados.

Este modelo económico se presenta como una alternativa para los grupos productivos comunitarios ya que les permite a las comunidades o grupos de personas productores tomar el control de sus propios recursos y decisiones económicas, fortaleciendo de esta manera su autonomía y resiliencia. Promueven también una distribución equitativa de los beneficios económicos, y el uso sostenible de los recursos naturales (Tapia y Alvarado, 2019). Además, la ESS les permite a las comunidades adaptar sus proyectos a sus propias necesidades y características, lo que aumenta su pertinencia y viabilidad.

Las mujeres del Almacén encontraron en este modelo una alternativa de organización para mejorar principalmente la comercialización de su producto, el pulque. Y de esta manera mejorar sus condiciones y calidad de vida a través de la producción de este singular producto. En el 2016 un grupo de mujeres se reunió para renovar el cultivo de los magueyes pulqueros 35 de ellas establecieron un grupo de trabajo llamado “Mujeres Milenarias”. En la

comunidad son diez familias dedicadas a esta actividad, donde siete las encabezan jefas de familia, asumiendo la responsabilidad como proveedoras del hogar. Estas familias son parte de la organización de “Mujeres Milenarias”.

Este modelo genera importantes beneficios, principalmente para los grupos de pequeños productores al otorgarles mayor control sobre sus medios de producción, distribución y comercialización que se deriva en un aumento de sus ingresos (Robinson, Díaz, y Cruz, 2019). Coadyuvar a un proceso de desarrollo local y sustentable ya que se fortalecen los lazos comunitarios y se generan empleo; y con la utilización de las prácticas sostenibles, que es una de sus prioridades, protegen al medio ambiente y garantizan la disponibilidad de recursos para las futuras generaciones.

Como bien es sabido, históricamente las mujeres han sido excluidas de los espacios de toma de decisiones económicas y políticas. Sin embargo, en la ESS encuentran un espacio que les brinda la oportunidad de generar ingresos económicos, desarrollar habilidades y tomar decisiones sobre sus vidas. Además, organizarse en grupos como el de Mujeres Milenarias, encuentran en la ESS redes de apoyo mutuo que les permiten superar barreras y fortalecer sus capacidades. De acuerdo con Robinson, Díaz, y Cruz (2019); “la participación de las mujeres en el trabajo productivo dentro de una organización social desde la base, con un enfoque no lucrativo o lucrativo, orientado a la inclusión social y la reducción de la pobreza, puede ofrecer condiciones para su empoderamiento”.

De esta manera la ESS contribuye al empoderamiento de las mujeres, principalmente rurales, que es donde mayormente se visibiliza este problema de discriminación y desigualdad de género.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo el enfoque cualitativo, de alcance descriptivo, la cual se basa en especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno analizado. Describe tendencias de un grupo o población (Fernandez, Hernández, y Baptista, 2014). Se centra en la localidad El Almacén del municipio de Santa María Apazco, que se localiza en la región de la Mixteca (parte alta) al noroeste del estado de Oaxaca, perteneciente al distrito de Asunción Nochixtlán (Figura 1).

Figura 5. Mapa del municipio de estudio



Fuente: Tomada del Plan de Desarrollo Municipal (20239).

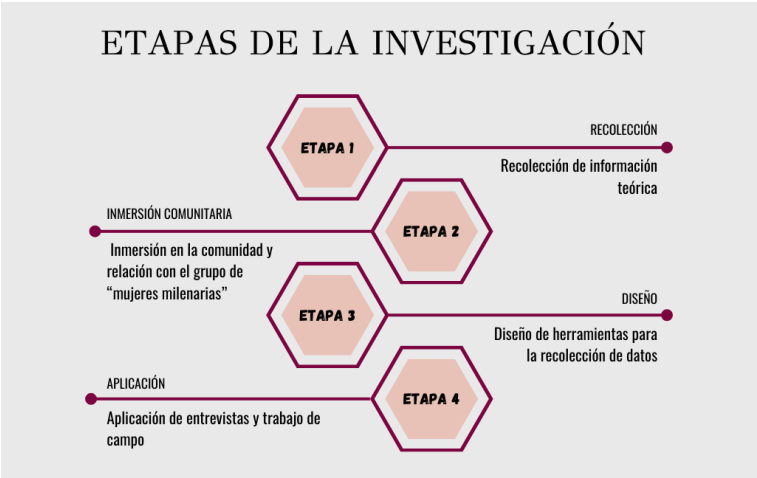
La unidad de análisis fue el grupo productivo “Mujeres milenarias”, grupo cuyos orígenes se remonta al año 2012, con las primeras ferias del pulque, logrando

consolidarse con un número mayor de mujeres productoras en el 2016. Y quienes se autodescriben como una “Organización de Mujeres de la zona norte de Nochixtlán en pro del rescate y conservación del

magüey pulquero, guardianas del pulque y aguamiel”.

La investigación se desarrolló en cuatro etapas que se muestran en la Figura 2

Figura 2.Etapas de la investigación



Fuente: elaboración propia (García, 2024).

El análisis documental derivado de la información teórica recopilada nos permitió comprender en profundidad el tema específico a través de la revisión sistemática de diversos documentos. Con base en esta revisión teórica se diseñaron los instrumentos y técnicas de investigación que fueron utilizadas, y que se mencionan a continuación:

- **Entrevista:** La entrevista es una técnica que consiste en recoger información mediante un proceso directo de comunicación entre entrevistador(es) y entrevistado(s), en el cual el entrevistado responde a cuestiones, previamente diseñadas en función de las dimensiones que se pretenden estudiar, planteadas por el entrevistador (Buendía, Colas y Hernández, 1998). Estas entrevistas fueron aplicadas a las mujeres integrantes de la organización “Mujeres milenarias”.
- **Observación participante** es una técnica de investigación cualitativa que implica que el investigador se integra activamente en el entorno o comunidad que está estudiando. El objetivo es comprender las dinámicas, prácticas, comportamientos, relaciones y significados desde la perspectiva de los participantes, recolectando datos de manera directa mientras forma parte de las actividades del grupo. Para ello se acompañó a

este grupo de mujeres en diferentes actividades y eventos como: “Apoyo logístico en la Novena Edición de la Feria del Pulque Mixteco”, el acompañamiento a la “Feria de la mole de caderas en Oaxaca de Juárez 2023” y el taller “Obtención de aguamiel” con el objetivo de conocer el proceso de recolección del pulque realizado en la comunidad en el mes de noviembre 2023.

Resultados

Los conocimientos ancestrales que las mujeres pulqueras transmiten de generación en generación relacionados a la producción del pulque, forman parte del patrimonio cultural a nivel estatal y nacional. Aunado a esto, el pulque se visibiliza como tejido de vida integrando: a las mujeres pulqueras, la sostenibilidad y la cosmovisión indígena en el municipio de El Almacén, Santa María Apazco, Oaxaca.

La producción del pulque es una práctica ancestral, práctica que han realizado las pulqueras representado por una parte la identidad indígena y por otra parte, son las mujeres pulqueras elemento clave de la identidad cultural oaxaqueña vía la producción de esta ancestral bebida y su conexión con la naturaleza. Las pulqueras a través de los conocimientos ancestrales le han dado permanencia en el tiempo a su trabajo, han nutrido la cultura del trabajo asegurando de esta manera su conservación.

El autor De Certeau se instaure en el planteamiento acerca de los usuarios, el autor escribe que los usuarios “trabajan”

artesanalmente –con una economía cultural dominante y dentro de ella- las innumerables e infinitesimales metamorfosis de su autoridad para transformarla de acuerdo con sus intereses y sus reglas propias (Acevedo, 2020, p.93).

La intención del proyecto era la refutación de las tesis comunes sobre la pasividad de los consumidores y la masificación de las conductas. Para leer y escribir la cultura ordinaria, hay que aprender operaciones comunes y hacer del análisis una variante de su objeto. Lo escrito en *La invención de lo cotidiano* hace referencia a la dimensión colectiva del trabajo científico (De Certeau, 2000, pp.30,39,51-52).

En el contexto de la definición de patrimonio cultural tangible delimitamos entonces, la producción del pulque en este concepto y la parte conceptual de patrimonio cultural intangible los conocimientos ancestrales de las mujeres pulqueras quienes han transmitido el patrimonio cultural sus antepasados por más de cuatro generaciones. El potencial cultural es de reconocimiento en las dos dimensiones del patrimonio cultural tanto el tangible como el intangible. Reconociendo que el estado de Oaxaca es de los estados con mayor biodiversidad biológica y cultural.

Las mujeres pulqueras establecen una conexión profunda con la naturaleza a través de su trabajo, respetando los ciclos naturales y utilizando los recursos de manera sostenible. Desde los rituales que hacen en la producción del pulque, hasta el agradecimiento que hacen a la madre tierra. Las mujeres pulqueras dentro de los conoci-

mientos ancestrales con los cuales desarrollan su actividad laboral, aplican un profundo respeto a la naturaleza. El respeto a la naturaleza incluye que no deforestan, el uso del suelo donde ocupan el maguey lo tratan de forma sostenible. La producción del pulque tiene un sentido silvestre y sucede atemporalmente con las mujeres pulqueras embajadoras y sabedoras de su entorno donde promueven lo que los teóricos denominan conceptualmente como “re-wilding”.

Parte del análisis en cuanto a género tiene resonancia con la siguiente perspectiva planteada:

Desde un enfoque de género identificar las brechas de desigualdad y estudiar que vía es posible seguir para la implementación de políticas, programas, proyectos y acciones que resulten en construcciones para sector cultural, ya que, en las relaciones entre los géneros, en diversos contextos socioculturales, parece que salta a la luz con un sentido de trascendencia. Las diferencias entre los enfoques intercultural y de género se integran mediante el empleo de herramientas de gestión para cerrar brechas de género, a modo de vivir una plataforma sociocultural con mayores espacios equitativos y a través del cambio de conductas en lo social (Acevedo, et al, 2022).

Parte del conocimiento que han heredado es tener conciencia sobre la cantidad de maguey que necesitan procesar para la producción del pulque, lo que en suma es muy amigable con el medio ambiente, ya que la capacidad de comercialización y

proceso mediante el cual conservan el pulque promueve la conservación del suelo en un entorno que continúa sumando tanto el potencial cultural como el ecológico. Las mujeres pulqueras tejen comunidad con hilos de sostenibilidad y en un telar de modelos económicos alternativos que consideran la etnoeconomía; así metafóricamente es el pulque su tejido de vida.

Este texto invita entonces a las y los lectores para indagar en los conceptos referentes a mujeres, economía social y solidaria, etnoeconomía, economía alternativa. Leer con los lentes donde se visualizan como protagonistas las mujeres pulqueras que con su trabajo productivo han escrito una historia de patrimonio cultural mexicano; teniendo en cuenta como punto de encuentro las diferentes etapas que integran la elaboración del pulque.

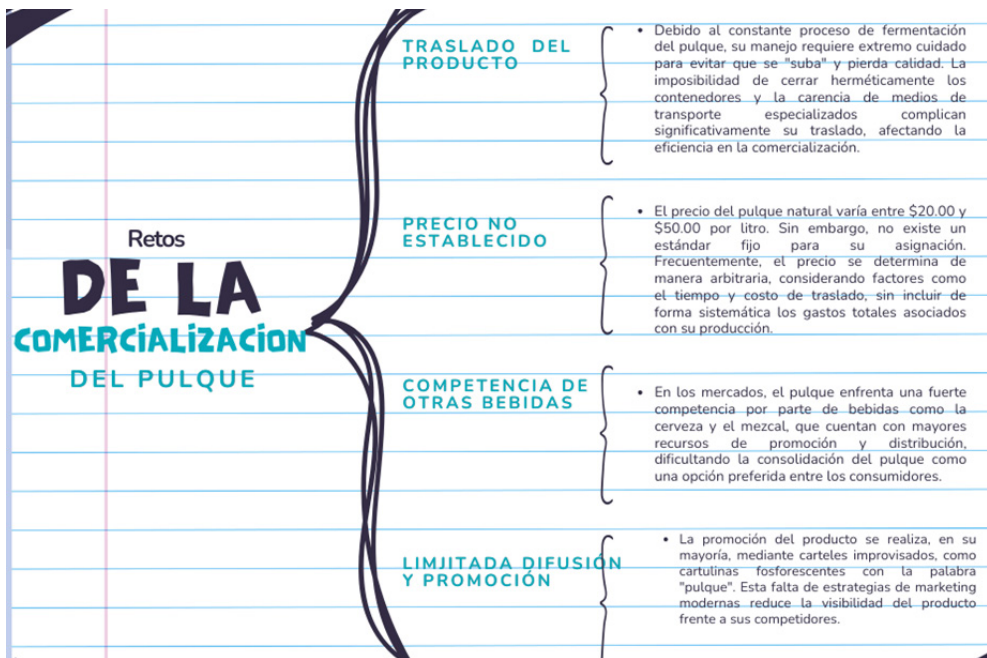
La investigación realizada visibilizó que las mujeres pulqueras conservan el respeto hacia la madre tierra y el cuidado de la materia prima, el maguey pulquero; como enseñanza de sus antepasados. La producción de pulque contribuye a la conservación de la biodiversidad, la protección de los suelos y la preservación de actividades tradicionales que forman parte del patrimonio cultural.

Con base en lo anterior, además, se ha reflexionado acerca de que el área de conocimiento como lo es la economía en la definición conceptual más específica forma parte de los eslabones del proceso, sin ser un factor determinante; esta es la propuesta que se visualiza siendo la cultura, la sostenibilidad, la parte ecológica y me-

dio ambiental disciplinas o temáticas que acompañan el proceso de producción del pulque en los diversos eslabones. El acercamiento de las mujeres pulqueras con la madre naturaleza se presenta cada año en diversas temporadas en los rituales tradicionales que tienen, al igual que se presenta con la tierra, también, con la especie de maguey que trabajan; por lo tanto, su actividad productiva sucede en un alto porcentaje en un entorno biodiverso.

Las mujeres pulqueras tienen especial cuidado en no deforestar para la plantación del maguey, sabedoras de las cantidades que necesitan dentro del proceso productivo del pulque, por lo cual, conviven cuidando la ecología del municipio que habitan; las pulqueras a través del cuidado se han convertido en guardianas de un patrimonio cultural y medio ambiental en la escala estatal y nacional. La participación de las mujeres en la cadena productiva del pulque ha fortalecido su papel en la comunidad, generando ingresos y mejorando su calidad de vida.

Figura 3. Retos de la comercialización del pulque



Fuente: elaboración propia (García, 2024).

Un factor importante es la autonomía y empoderamiento de las mujeres pulqueras vía el ingreso monetario de la producción

del pulque aunado al trabajo grupal entre mujeres, lo cual les permite contar con una parte de su economía diaria resuelta en

cuanto a gasto corriente se refiere; como resultado de la generación de ingresos de la actividad económica.

Regresando en la narrativa a la cultura del trabajo de las mujeres pulqueras, ellas con tejedoras del trabajo grupal y este trabajo ha funcionado para dar la vía mediante la cual hacen comunidad como respuesta a ciertas interacciones implícitas en algunos eslabones de la cadena productiva del pulque. Se considera un área de oportunidad el fomentar el potencial del pulque como motor de desarrollo local, explorando las oportunidades de desarrollo económico y turístico a partir de la valorización del pulque y sus raíces tradicionales asociadas.

Ejemplo de estrategias para fortalecer la actividad productiva de la producción del pulque es un acercamiento con las experiencias gastronómicas. En la elaboración de las roscas de reyes existen productos que utilizan actualmente el pulque en combinación con la masa madre y el aguamiel. El pulque se utilizó para fermentar la masa un día; este ejemplo funciona como una opción para garantizar su sostenibilidad a mediano y largo plazo. Las mujeres pulqueras pueden enfocar la producción de finales de año para este sector de la gastronomía en específico.

Las mujeres pulqueras presentan una diversidad de creencias culturales presentes en el proceso productivo de la elaboración del pulque, independientemente de la implementación cultural en la práctica ancestral se visibilizó el cuidado del medio

ambiente. Una de las creencias culturales tiene que ver con la división del trabajo según el género, en esta diversidad existen pulqueras que lo implementan en el proceso productivo y mujeres pulqueras quienes actualmente participan en el proceso productivo completo.

La sostenibilidad incluye un conocimiento que de igual forma es ancestral y va más allá de la remuneración monetaria, lo económico representa una parte del proceso.

Conclusiones

El trabajo de análisis realizado en la investigación dio la pauta para la identificación de acciones que se pueden implementar para mejorar y fortalecer la actividad productiva de las mujeres pulqueras, las cuales se proponen a continuación:

- Generar un estudio de costos con el desglose de tiempos, materiales para así poder asignar un precio justo en la venta del pulque
- Asesorar para la constitución legal de la organización comunitaria, ya que esto permitirá la consolidación como organización y que tengan un mayor alcance de financiamiento
- Generar convenios de compra del pulque con restaurantes de comida tradicional en la ciudad de Oaxaca, enfocados principalmente al turismo gastronómico (García., 2024).

A partir de las entrevistas realizadas, una recomendación sería promover la venta del pulque en el sector del turismo gastronómico, ya que es casi nula la venta en restaurantes del centro de la ciudad. Quienes entrevistamos comentaron que por el momento comercializan: mezcal, cerveza y coctelería sin pulque. De igual forma en la preparación de la masa madre y la repostería a la fecha es nula la implementación del pulque en la fermentación de la masa; esto se observó en la mayoría de los espacios gastronómicos.

Es necesaria también la capacitación para la utilización de un mayor porcentaje del recurso natural del maguey pulquero, destinándolo para el área de alimentación como lo es el quiote o escapeo floral y pencas, y que puede impactar en la parte de la nutrición de las familias. Referente al bagazo ya existen iniciativas comerciales de quienes ocupan la fibra para la elaboración de sombreros y en la parte disciplinaria de la arquitectura para hacer tejas que tienen la ventaja de ser más térmicas debido al recubrimiento con los residuos del maguey; en suma, es importante identificar más alternativas para el aprovechamiento de los recursos derivados del maguey pulquero.

Finalmente, es relevante destacar que las mujeres pulqueras han ido rompiendo con creencias culturales machistas en el proceso de producción y como de esta manera han ido ganando mayor participación llegando a ser las representantes de la producción del pulque en El Almacén, Oaxaca.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, U., Acevedo, J., Castillo, M., Pérez, T., (2022). *El camino hacia las sociedades inclusivas*. Dykinson S.L (1ª edición, n°88 Colección conocimiento contemporáneo) Capítulo 4. *El papel de las alfareras en el entorno de la cultura del trabajo*. Madrid. (p. 82, 85) <https://ebooks.978-84-1122-373-7.pdf>
- Acevedo, U., (2020). Elementos culturales, tradición e innovación en la alfarería de Santa María Atzompa, Oaxaca. (Tesis de doctorado). Oaxaca, México: Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca.
- Antonio, V. (2024). *Escenarios de la Comercialización y la Economía Social y Solidaria en la empresa comunitaria de carbón vegetal Ka Niula Yanni*. (Tesis de maestría). Oaxaca, México: Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca.
- Alburquerque, F. (2004). Desarrollo económico local y descentralización en América Latina. *Revista de la CEPAL*, (82), 157-171.
- Ballesteros, E., y Sánchez, L. (2021). El pulque: probiótico ancestral. *Elementos*, 121(28), 3-6.
- Boisier, S. (2004). Desarrollo territorial y descentralización. El desarrollo en el lugar y en las manos de la gente. *Revista Eure*, 27-40.

- Buendía, L., Colas, P., y Hernández, F. (1998). *Método de investigación en psicopedagogía*. McGraw-Hill, Madrid.
- Cárdenas, N. (2002). El desarrollo local, su conceptualización y procesos. *Provincia*, (8), 53–76.
- Calderón, C., Ponce, E., y Ruiz, Y. (2024). El pulque: un regalo de dios. *Revista de divulgación científica iBIQ*, 6(1), 2-5.
- Chinde, P., Labarca, N., y Cuétara, L. (2021). Análisis teórico del desarrollo local sostenible y su incidencia socioeconómica en las comunidades rurales. *Polo del conocimiento*, 6(1), 1417-1428.
- De Certeau, M. (2000) *La invención de lo cotidiano I. Artes de hacer*. México: Universidad Iberoamericana, Departamento de Historia, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. ISBN 968-859-253-6 p.30-52
- Delgado, A., Torres, I., Illsey, C., Larson, J., y Abdelmassih, D., (2020) *Mezcalla*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Coordinación de Extensión Universitaria. Producción Editorial. México.
- Fernández, Y., Sagarnaga, L., Salas, J., y Portilla, M. (2024). El pulque: una perspectiva desde los agronegocios. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(7).
- Fernandez, C., Hernández, R., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Gallicchio, E. Y., y Camejo, A. (2005). Desarrollo local y descentralización en América Latina: Nuevas alternativas de desarrollo. Montevideo, Uruguay: Centro Latinoamericano de Economía Humana (CLAEH), Diputación de Barcelona.
- García, F. (2024). *Participación de la mujer en la cadena productiva en la elaboración del pulque en El Almacén, Santa María Apazco, Oaxaca*. (Tesis de maestría). Oaxaca, México: Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca.
- INAH. (2012). El pulque y sus bienquerientes. *Diario de Campo*(8), 65.
- Matías, G., Peña, V., Reyna, W., Domínguez, L., Martínez, J. (2019) *Valor nutricional y medicinal del pulque*. Revista Proeditio JONNPR. 4 (12). DOI:10.192.30/jonnpr.3148
- Navarrete, M. y García, C. (2021) El pulque la bebida de los dioses con valor y tradición milenaria. *Journal of Tourism and Heritage Research*, 4 (1), 19-36.
- Ortiz, M., y Alejandre, S. (2020). La dimensión ambiental del desarrollo local desde el paradigma de la sostenibilidad. *Desarrollo Local Sostenible*, 13(37).
- Rangel, S., Rea, F., y Nava, Y. (2021). Women and the social and solidarity economy: building a new economy. *South Florida Journal of Development*, Miami, 2(3), 4324-4334.

- Red Intercontinental de Promoción de la Economía Social Solidaria ([RIPESS], 2015). *Escenarios de la Comercialización y la Economía Social y Solidaria en la empresa comunitaria de carbón vegetal Ka Niula Yanni*. (Tesis de maestría). Oaxaca, México: Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca.
- Robinson, D., Díaz, I., y Cruz, S. (2019). Empoderamiento de la mujer rural e indígena en México a través de grupos productivos y microempresas sociales. *Retos. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 91-108.
- Tapia, M., y Alvarado, F. (2019). Principios básicos de la economía social y solidaria en el marco de la satisfacción de las necesidades humanas colectivas. *Dominio de las Ciencias*, 5(3), 731-740.
- Vázquez-Barquero A. (1988). *Desarrollo local. Una estrategia de creación de empleo*, Editorial Pirámide, Madrid.
- Vela, E. (2014). El pulque. *Arqueología Mexicana*, (57), 66-73. Obtenido de: <https://arqueologiamexicana.mx/pulque#>

Alimentación local y resistencia a la globalización alimentaria: caso de la Escuela Primaria Fraternidad¹

Imanol López Pérez²; Elvira Iveth Pérez López³; Luz María Blas Lavariega⁴

Resumen

Las comunidades rurales reflejan historia, cultura y entorno a través de las prácticas alimentarias. Estas prácticas trascienden lo nutricional al integrar saberes tradicionales. Este capítulo analizó las prácticas alimentarias de los estudiantes de tercer y cuarto grado de la Escuela Primaria “Fraternidad”, ubicada en la comunidad de La Guadalupe, La Pe, Ejutla, Oaxaca. La investigación reflejó la influencia de las tradiciones culinarias de la comunidad, transmitidas a través de la familia. Los estudiantes mencionaron que enfrentan dificultades para acceder a una dieta más variada debido a la limitada disponibilidad de alimentos en comunidad. El objetivo de esta investigación fue ana-

lizar las prácticas alimentarias de los estudiantes, identificando la relación entre los saberes tradicionales y la disponibilidad de alimentos en la vida cotidiana. Se utilizó un enfoque etnográfico, en el cual se aplicaron quince entrevistas a profundidad a los estudiantes, esto permitió comprender los hábitos alimentarios en el contexto escolar y familiar. Los resultados mostraron que los estudiantes tienen un fuerte vínculo con los alimentos tradicionales de la comunidad y sienten interés por otros productos que no son fáciles de conseguir en el entorno. Señalaron que prefieren los alimentos caseros y naturales sobre la comida globalizada, reafirmando así una resistencia a la globalización alimentaria. Se concluye que es fundamental implementar estrategias educativas y comunitarias que fortalezcan la identidad alimentaria y promuevan la sostenibilidad de los sistemas de producción local, garantizando una mejor nutrición sin perder los vínculos culturales que dan sentido a las prácticas alimentarias de la comunidad.

Palabras clave: alimentación local, globalización alimentaria, resistencia, alimentos tradicionales, soberanía alimentaria.

1 Escrito original derivado del proyecto de investigación titulado “Los proyectos integrados como estrategia para fomentar la higiene personal en los estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Primaria Fraternidad”, como requisito para optar al título de Maestría en Docencia del Instituto Tecnológico de Oaxaca.

2 Maestrante en Docencia en Instituto Tecnológico de Oaxaca. Docente en la Escuela Primaria Fraternidad. E-mail: imanollopez39@gmail.com., ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8355-8466>

3 Doctora en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Profesora – Investigadora, Instituto Politécnico Nacional CIIDIR-Oaxaca. E-mail: eperezl@ipn.mx., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-3994>

4 Doctora en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Profesora – Investigadora en Instituto Tecnológico de Oaxaca. E-mail: zulmma@gmail.com., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7939-5513>

Local food and resistance to food globalization: Case of the Fraternidad Primary School

Abstract

Rural communities reflect history, culture, and environment through food practices. These practices transcend nutrition by integrating traditional knowledge. This chapter analyzed the food practices of third and fourth grade students at the “Fraternidad” Elementary School, located in the community of La Guadalupe, La Pe, Ejutla, Oaxaca. The research reflected the influence of the community’s culinary traditions, transmitted through the family. The students mentioned that they face difficulties in accessing a more varied diet due to the limited availability of food in the community. The objective of this research was to analyze the students’ food practices, identifying the relationship between traditional knowledge and the availability of food in daily life. An ethnographic approach was used, in which fifteen in-depth interviews were conducted with the students, which allowed us to understand their food habits in the school and family context. The results showed that the students have a strong connection with the traditional foods of the community and are interested in other products that are not easy to obtain in the environment. They indicated that they prefer homemade and natural foods over globalized food, thus reaffirming a resistance to food globalization. It was concluded that it is essential to implement educational and community strategies that strengthen food

identity and promote the sustainability of local production systems, guaranteeing better nutrition without losing the cultural links that give meaning to the community’s food practices.

Keywords: local food, food globalization, resistance, traditional foods, food sovereignty.

Introducción

La alimentación no solo satisface necesidades biológicas, sino que también refleja las dinámicas sociales, culturales y económicas de una comunidad (Contreras & Gracia, 2005). Las prácticas alimentarias de las comunidades rurales adquieren un valor especial, pues integran saberes tradicionales que trascienden lo nutricional y se enfrentan a desafíos como la globalización y las limitaciones de acceso a los alimentos. Esta investigación analiza las prácticas alimentarias de los estudiantes de tercer y cuarto grado de la Escuela Primaria “Fraternidad”, ubicada en La Guadalupe, La Pe, Ejutla. A través de un enfoque etnográfico, basado en entrevistas a profundidad, se analizan los hábitos alimentarios en el contexto escolar y familiar, con el objetivo de identificar cómo las tradiciones locales y las condiciones socioeconómicas influyen en la dieta diaria. Guzmán y Polanco

(2019) destacan que este tipo de análisis no solo visibiliza los saberes comunitarios, sino que también subraya el papel en la soberanía alimentaria.

La investigación se organiza en cuatro apartados principales. El primero contextualiza las prácticas alimentarias desde una perspectiva histórica y sociocultural, explorando la evoluciones y significados. El segundo describe la metodología etnográfica utilizada, que permitió comprender las experiencias de 15 estudiantes mediante entrevistas realizadas durante los meses de noviembre y diciembre. El tercer apartado expone los resultados, abordando temas como el desayuno escolar, el consumo de alimentos durante el receso, y la preferencia por la comida tradicional. El cuarto apartado de conclusiones se reflexiona sobre la resistencia a la globalización alimentaria, destacando cómo los estudiantes valoran los alimentos locales como un acto de conexión cultural. La investigación concluye con propuestas educativas y comunitarias orientadas a fortalecer la identidad alimentaria y fomentar una dieta saludable basada en los recursos locales. Este análisis invita a reflexionar sobre la importancia de las prácticas alimentarias locales no solo como una necesidad nutricional, sino también como un elemento central en la preservación de la identidad cultural y la soberanía comunitaria.

Antecedentes teóricos

Las prácticas alimentarias han sido moldeadas por la interacción entre los sistemas de producción local y los procesos

de globalización; esto ha transformado significativamente los hábitos alimenticios en América Latina (Molina, 2008). Por ejemplo, alimentos tradicionales como el maíz y los frijoles persisten en la dieta en México a pesar de la introducción de productos industrializados ha incrementado, desplazando parcialmente los ingredientes tradicionales y generando cambios en la salud de las comunidades.

El estudio de las prácticas alimentarias requiere un análisis de los contextos históricos y socioculturales que configuran la relación de las comunidades con los alimentos. Morón y Calderón (1999b) señalan que las prácticas alimentarias no solo se limitan a la selección y preparación de alimentos, sino que también abarcan significados simbólicos asociados a eventos y rituales comunitarios. Por ejemplo, en México, el maíz no es solo un alimento básico, sino también un símbolo de identidad cultural, con un papel protagónico en festividades y ceremonias. Este aspecto cultural de las prácticas alimentarias resalta la importancia en el fortalecimiento de la cohesión social y el sentido de pertenencia dentro de las comunidades.

En el ámbito local, Méndez y Ávila (2015) describen las prácticas alimentarias como un conjunto de hábitos y costumbres que integran aspectos sociales, culturales y económicos. Estas prácticas no solo reflejan la identidad de las comunidades, sino que también condicionan la salud y bienestar. En este sentido, el consumo de alimentos locales y de temporada no solo fomenta la sostenibilidad alimentaria, sino que también refuerza la economía regio-

nal y conserva tradiciones que son fundamentales para el desarrollo integral de las comunidades. Este marco contextual subraya la necesidad de comprender las prácticas alimentarias desde una perspectiva integral, considerando tanto los desafíos globales como las particularidades locales, para promover estrategias que favorezcan una alimentación saludable y culturalmente significativa.

González (2016) apunta que, en México, las prácticas alimentarias están influenciadas tanto por políticas públicas como por programas educativos, como los talleres de orientación alimentaria basados en guías como el Plato del Bien Comer. Sin embargo, el éxito depende en gran medida de que estas iniciativas consideren las condiciones económicas y culturales de las comunidades.

Las prácticas alimentarias

Las prácticas alimentarias son más que simples actos de consumo; son un reflejo de la interacción entre las necesidades biológicas, los valores culturales y las condiciones económicas de una comunidad. Méndez y Ávila (2015) describen estas prácticas como un conjunto de hábitos y costumbres que integran factores sociales y culturales, influyendo directamente en la salud y el bienestar de los integrantes. Además, estas prácticas son una expresión de la identidad de una comunidad, ya que reflejan valores y tradiciones.

Las prácticas alimentarias no pueden ser comprendidas únicamente desde un enfo-

que nutricional, ya que requieren un análisis multidimensional que considere cómo la globalización, la migración y los cambios económicos las transforman constantemente. Además, como destacan Morón y Calderón (1999b), las prácticas alimentarias tienen significados simbólicos que van más allá de la nutrición. La comida es un medio de conexión social y cultural, utilizada en rituales, festividades y eventos significativos que refuerzan los lazos comunitarios. La promoción de prácticas alimentarias saludables debe considerar tanto la dimensión biológica como la cultural para diseñar estrategias que respeten las tradiciones locales y respondan a las necesidades contemporáneas.

Alimentación local

La alimentación local no solo garantiza la supervivencia física, sino también la continuidad de los valores culturales de una comunidad. Molina (2008) explica que, en México, los alimentos tradicionales como el maíz, los frijoles y las frutas son esenciales para la dieta, pero enfrentan un desplazamiento gradual debido a la influencia de productos industrializados. En este contexto, los alimentos tradicionales representan un puente entre el pasado y el presente, conectando a las nuevas generaciones con las raíces culturales.

Contreras y Gracia (2011) subrayan que los alimentos tradicionales no solo promueven una dieta equilibrada, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental y económica, al fomentar el uso de productos locales y de temporada.

Esto tiene implicaciones prácticas para las comunidades, que pueden beneficiarse económicamente al priorizar sistemas alimentarios propios frente a las cadenas industriales globales. La tortilla, el pozole y las tlayudas son ejemplos de cómo los alimentos tradicionales cuentan historias de resistencia, identidad y pertenencia. Este contexto subraya la importancia de proteger estos sistemas alimentarios como una forma de garantizar la soberanía cultural y alimentaria.

Alimentación globalizada

La alimentación globalizada se refiere a la creciente uniformización de las dietas a nivel mundial, impulsada por la industrialización y la expansión de los mercados internacionales. Según Cussó y Garrabou (2008), este fenómeno ha llevado a una convergencia en los alimentos y métodos de preparación, lo que ha desplazado en gran medida a las dietas locales, tanto rurales como urbanas. Esta homogenización ha provocado la sustitución de alimentos tradicionales por productos ultraprocesados, contribuyendo al incremento de problemas de salud pública, como la obesidad y la diabetes.

Wilkinson (2015) señala que, aunque la globalización ha facilitado el acceso a una mayor variedad de alimentos a nivel global, también ha acelerado la pérdida de prácticas alimentarias locales y ha incrementado el consumo de productos ultraprocesados. Este fenómeno no solo afecta la salud pública, sino que también

erosiona la diversidad cultural, destacando la necesidad de políticas que equilibren el acceso a alimentos globales con la preservación de tradiciones locales y la promoción de hábitos saludables.

Saber comunitario alimentario

La UNESCO (2018) enfatiza que el saber comunitario es un recurso intangible que las comunidades utilizan para adaptarse y sobrevivir en contextos cambiantes. Freire (2005) describe este saber cómo, una herramienta de resistencia que permite a las comunidades mantener autonomía frente a las presiones globales. En términos alimentarios, este conocimiento incluye técnicas de cultivo, preparación y almacenamiento de alimentos, transmitidas de generación en generación. Morón y Calderón (1999a) destacan que este saber no solo tiene un valor funcional, sino también simbólico, ya que refuerza la identidad colectiva y la conexión de las comunidades con el entorno. Por ejemplo, en comunidades rurales, la práctica de sembrar maíz no solo garantiza la seguridad alimentaria, sino que también perpetúa tradiciones que fortalecen el sentido de pertenencia.

Soberanía alimentaria

La soberanía alimentaria enfatiza el derecho de las comunidades a controlar sistemas alimentarios, priorizando la producción y consumo locales. Molina (2008) señala que este enfoque contrasta con los modelos globalizados que promueven la dependencia de productos industrializa-

dos. Este concepto es particularmente relevante en comunidades rurales, donde los alimentos locales son esenciales tanto para la identidad cultural como para la seguridad alimentaria.

Pelto (1984) menciona que la soberanía alimentaria no solo es una cuestión de acceso a alimentos, sino también de empoderamiento comunitario. Al promover sistemas alimentarios autónomos, se fomenta la resiliencia frente a las crisis globales, como el cambio climático y la volatilidad económica. Contreras y Gracia (2011) destacan que, además de la dimensión práctica, la soberanía alimentaria tiene un valor simbólico, ya que refuerza el vínculo entre las comunidades y el territorio. Es fundamental implementar políticas que protejan los derechos de los agricultores locales y promuevan sistemas sostenibles.

La educación formal como herramienta en el fomento de la alimentación saludable

La educación primaria es un derecho fundamental que proporciona a los niños las habilidades básicas necesarias para desenvolverse en la sociedad, tales como la lectura, la escritura y el cálculo matemático. Además, fomenta valores como la responsabilidad, el respeto y la colaboración, esenciales para el desarrollo integral. Según la UNESCO (2021), la educación básica es una herramienta clave para combatir la pobreza, reducir desigualdades y construir sociedades más justas y equitativas.

La alimentación saludable tiene un rol complementario en el proceso educativo. Una dieta balanceada no solo mejora la salud física de los niños, sino también la capacidad de concentración y aprendizaje. Estudios de la FAO (2018) subrayan que los estudiantes bien alimentados tienen un mayor rendimiento académico y una mejor participación en las actividades escolares. Por ello, es vital que las escuelas promuevan hábitos alimenticios saludables, regulando los alimentos que se venden en las instalaciones y trabajando en colaboración con las familias para fomentar una dieta nutritiva.

La Escuela Primaria es un entorno en el que los niños desarrollan habilidades sociales, incorporan valores y enfrentan desafíos relacionados con la formación integral. La educación representa una oportunidad para fomentar la colaboración y la autonomía en los estudiantes, mientras que la promoción de una alimentación saludable es esencial para garantizar el bienestar integral y potenciar las capacidades.

Metodología

Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque etnográfico, este tipo de investigación captura la riqueza y la complejidad de los fenómenos sociales. Analiza las experiencias y perspectivas de los participantes para obtener una comprensión integral y detallada (Denzin y Lincoln, 2011). La etnografía consiste en la observación y estudio directo de individuos o grupos sociales a lo largo del tiempo, utilizando herramientas como la observación partici-

pante y las entrevistas a profundidad para comprender comportamientos dentro de un contexto específico (Giddens, 1994, citado en Rodríguez Gómez & Valdeoriola, 1996).

El objetivo de esta investigación fue analizar las prácticas alimentarias de los estudiantes de tercer y cuarto grado de la Guadalupe, La Pe, Ejutla, esto requirió un acercamiento interpretativo que facilitó la identificación de los significados atribuidos a las prácticas alimentarias dentro del contexto cultural y social (Taylor y Bogdan, 1987). Este enfoque metodológico resulta particularmente útil, pues se centra en el “cómo” y el “porqué” de los comportamientos, en lugar de limitarse a describirlos cuantitativamente (Denzin y Lincoln, 2018).

El diseño de la investigación fue transversal, Levin (2006) menciona que este tipo de investigación implica la recolección de datos en un momento específico, proporcionando una descripción detallada de las características de una población o fenómeno. La investigación se realizó en los meses de noviembre y diciembre de 2024, durante los cuales se capturó un panorama representativo de las prácticas alimentarias de los participantes. Los informantes clave fueron 15 estudiantes de tercer y cuarto grado de la Escuela Primaria “Fraternidad”, se realizaron entrevistas a los estudiantes con el objetivo de analizar sus prácticas alimentarias. La interacción constante permitió generar un ambiente de confianza que favoreció la obtención de información rica y contextualizada. Se-

gún Maxwell (2013), la proximidad entre investigador y participantes en estudios cualitativos contribuye a la profundidad y autenticidad de los datos recopilados.

Las entrevistas analizaron los hábitos alimenticios de los estudiantes, desde los alimentos consumidos en su casa antes de asistir a la escuela y los que llevan para el almuerzo o los adquieren en la cooperativa durante el recreo, con el objetivo de identificar patrones y preferencias en la dieta diaria. Se recabó información sobre el conocimiento de alimentos locales y la participación en actividades relacionadas con cosechar o preparar comida en casa.

Los estudiantes reflexionaron sobre el significado de una alimentación saludable, identificaron alimentos beneficiosos para la salud y evaluaron si los alimentos que consumen en casa o en la escuela cumplen con estas ideas. Se describen los factores que influyen en las decisiones alimentarias y cómo se perciben estas prácticas hasta aspectos que les gustaría cambiar. Durante las entrevistas los estudiantes compartieron opiniones sobre alimentos disponibles en la cooperativa escolar, las mejoras que consideran necesarias y cómo modificarían dietas si tuvieran mayores recursos o posibilidades.

Las entrevistas proporcionaron una visión completa de las prácticas alimentarias de los estudiantes, revelando factores culturales, emocionales y prácticos que influyen en elecciones y hábitos. Los padres autorizaron que los 15 alumnos participaran en la investigación como informantes

principales y permitieron que los nombres se incluyeran en esta investigación.

Población y muestra

La Guadalupe, La Pe, es comunidad rural de Oaxaca con una rica herencia cultural, aunque enfrenta retos como la falta de servicios básicos y limitaciones económicas que afectan las prácticas alimentarias tradicionales. La economía local se basa en la agricultura de subsistencia, pero el acceso limitado a mercados restringe las oportunidades económicas. En este contexto, la Escuela Primaria “Fraternidad” tiene un papel clave. Con 51 estudiantes distribuidos en cuatro grupos multigrado, el modelo educativo requiere estrategias innovadoras para atender diversas necesidades. El horario escolar incluye un receso de 30 minutos que fomenta el bienestar físico y emocional, además de reforzar hábitos alimenticios.

Los participantes en esta investigación fueron los estudiantes de tercer y cuarto grado, en total por los dos grupos están inscritos 15 estudiantes, 8 son niñas y 7 son niños con una edad aproximada de 8 y 9 años. El grupo de estudiantes se caracteriza por ser responsable, positivo y participativo. Es evidente el compromiso de los padres de familia, quienes siempre cumplen con responsabilidad con la educación de los niños. Los dos grupos destacan por contar con varios estudiantes que sobresalen de manera notable durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Resultados

Los resultados se presentan en seis apartados que abordan prácticas y dinámicas alimentarias de los estudiantes de la Primaria “Fraternidad”. Estas incluyen el desayuno como momento clave para la energía diaria, el consumo de alimentos durante el receso escolar, la importancia de la comida tradicional y el vínculo con las festividades, el conocimiento de la soberanía alimentaria, el interés por consumir otros alimentos y por último la resistencia ante la alimentación globalizada. A través de testimonios estudiantiles, se conocen las elecciones alimenticias, raíces culturales, las limitaciones del entorno y la percepción de nuevos alimentos que han llegado a la comunidad.

El desayuno antes de ir a la escuela

El desayuno es un momento vital en la vida de los seres humanos porque proporciona nutrientes y energía para comenzar las actividades. Esta práctica la realizan los 15 estudiantes de la Primaria “Fraternidad”. Los alimentos más consumidos por ellos son: frijoles, huevo revuelto o cocido, acompañados con tortillas hechas a mano y bebidas como café o agua de limón. Abril compartió: “Siempre como frijoles con tortillas porque es lo que más llena y además es lo que más prepara de comer mi mamá durante la semana”, (estudiante de tercer grado, 2024). En la experiencia de Evelyn: “Mi mamá hace tortillas calientitas, y siempre las como con huevos al comal” (estudiante de tercer grado, 2024).

Estos testimonios indican que los frijoles, las tortillas y los huevos tienen una mayor disponibilidad dentro de la comunidad. Además, las madres disponen del tiempo para guisar.

Sin embargo, no todas las familias se organizan para que les alcance el tiempo y logren desayunar los estudiantes, Uzziel comentó: “A veces solo alcanzo a tomar café con pan porque nos levantamos tarde y si no me apuro ya no llego a clases” (estudiante de tercer grado, 2024), y Valeria añadió: “Prefiero dormir un poco más, así que solo como algo rápido como café con pan o tacos de queso, además no me da mucha hambre tan temprano” (estudiante de cuarto grado, 2024).

La práctica de desayunar antes de ir a la escuela está influenciada por las dinámicas familiares que limitan el consumo de los alimentos. Se da preferencia al descanso sobre el desayuno por desconocimiento de la importancia que significa desayunar antes de ir a la escuela. Estos hallazgos los menciona González y López (2016) ya que destacan que el desayuno desempeña un papel fundamental en el rendimiento académico y la salud infantil, pero también enfatiza que las dinámicas familiares, como la falta de tiempo o la priorización del descanso, influyen significativamente en los hábitos alimenticios de los estudiantes. Esto respalda la afirmación de que las rutinas familiares pueden limitar el consumo de un desayuno completo, afectando no solo las elecciones alimenticias, sino también la disposición de los niños para enfrentar las actividades escolares.

Alimentación en el receso escolar

El receso escolar en la Escuela Primaria es de 30 minutos, de 10:30 a.m. a 11:00 a.m. Las madres de familia ingresan a las instalaciones de la institución educativa para proporcionar alimentos preparados en casa, como guisos de calabazas, guías, frijoles refritos, queso y huevo. Brayan expresó: “Para mí, un buen almuerzo es un guiso de mamá con verduras, como las guías con queso o las calabacitas, me gustan mucho, mi mamá las cocina 2 o 3 veces a la semana” (estudiante de cuarto grado, 2024). Cuatro estudiantes mencionaron que ocasionalmente les llevan guisos con carnes, señalando que esto ocurre solo una o dos veces por semana. Zuleymi comentó: “La carne no siempre se incluye porque es más cara, pero cuando hay, me gusta comerla muchísimo, mi mamá siempre trae cuando va a la plaza de Ejutla” (estudiante de tercer grado, 2024).

Nueve estudiantes mencionaron también compran en la cooperativa escolar en la cual solo venden productos fritos como tacos dorados, tostadas, molotes y quesadillas. Melissa comentó: “Me gustan los tacos dorados que venden porque saben muy ricos, más los que tienen pollo adentro”. (estudiante de tercer grado, 2024). Gael señaló: “A veces compro tostadas o tacos dorados cuando mi mamá no me trae almuerzo, pero prefiero lo que me traen de casa porque sabe más rico lo que prepara mi mamá, en la cooperativa siempre venden lo mismo” (estudiante de cuarto grado, 2024)., Mateo comentó “Las cosas fri-

tas me gustan mucho, por mi mamá nunca las prepara, por eso me gusta comerlas y comprarlas aquí con la señora que vende” (estudiante de tercer grado, 2024).

Los estudiantes valoran los alimentos caseros, en especial aquellos preparados por las madres, como los tacos de frijoles y los guisos de verduras, debido al sabor y la conexión con la tradición familiar. La referencia de Brayan a los guisos de verduras y de Zuleymi a la carne como un lujo ocasional resalta las diferencias en las preferencias personales y las limitaciones económicas que pueden influir en la dieta. A pesar de esta preferencia por la comida casera, la recurrencia a la cooperativa escolar cuando no hay alimentos preparados en casa indica que es la única alternativa accesible. Este comportamiento refleja una dinámica de elección entre lo tradicional y lo práctico, donde las necesidades inmediatas como la disponibilidad de comida dictan la decisión final. Según Méndez y Pérez (2020), las elecciones alimentarias en comunidades rurales reflejan una interacción entre las tradiciones culturales, las condiciones económicas y las necesidades prácticas. Los alimentos caseros, como los tacos de frijoles o los guisos, no solo tienen un valor nutricional, sino que también refuerzan la conexión familiar y cultural.

La comida tradicional y las festividades

La comida tradicional festiva forma parte de los saberes culinarios de la comunidad, 11 estudiantes mencionaron que sus alimentos favoritos son aquellos que se

preparan en reuniones y festividades como el mole, los tamales, las calabazas con queso y los higaditos. Samuel comentó: “El mole me hace feliz porque siempre lo comemos en las fiestas de la familia o cuando mi mamá va a comprar muchas cosas a Ejutla” (estudiante de tercer grado, 2024), Yuliana añadió: “Los tamales son especiales porque me gusta mucho su sabor, más los de mole y verde” (estudiante de cuarto grado, 2024). Cinco alumnos mencionaron que los platillos favoritos que más les gustan son los higaditos, Brayan expresó: “Los higaditos son mi comida favorita porque mi abuela las hace muy ricos, les pone mucho pollo y con salsa saben más ricos” (estudiante de cuarto grado, 2024). Los alimentos mencionados reflejan una conexión emocional y cultural con la comida tradicional de la comunidad, vinculada a celebraciones familiares y festividades locales. Platillos como el mole, los tamales, los higaditos, son más que alimentos; son símbolos de identidad y tradición familiar. Los estudiantes valoran estos platillos por el significado en la unidad familiar y la transmisión de costumbres. Según García y López (2019), los platillos tradicionales en comunidades rurales reflejan identidad cultural y fortalecen la unión familiar, especialmente en festividades. Estas prácticas culinarias vivas las tradiciones y refuerzan la conexión con el entorno.

Saberes tradicionales y la soberanía alimentaria

Oaxaca es un estado que tiene una extensa gastronomía tradicional, en el distrito de Ejutla de Crespo existe una va-

riedad de platillos únicos que representan un aspecto culinario importante entre los habitantes. Los estudiantes de la Escuela Fraternidad identificaron en la comunidad de La Guadalupe, productos tradicionales como maíz, frijoles, calabazas, tomate, guías y cilantro. 12 estudiantes comentaron que en las familias cultivan cada año estos alimentos en huertos o parcelas familiares. Rodrigo explicó: “Es bonito ver cómo crece lo que después comemos, aunque si es un poco cansado ir a recogerlas al campo” (estudiante de tercer grado, 2024), Brayan fortaleció esta idea mencionando: “Me gusta cosechar calabazas porque son fáciles de cosechar y después las comemos con muchas cosas,” (estudiante de cuarto grado, 2024). Estas respuestas revelan que los alumnos aprecian los alimentos locales y que muchos de ellos participan activamente en el cultivo. Testimonios como el de Rodrigo muestran que le tienen un aprecio al cultivo.

Axel compartió: “En mi casa todos los días mi mamá hace tortillas en su comal, todas las comidas las consumimos con tortillas porque si no sentimos que no nos llenamos y además es raro no comerlas” (estudiante de cuarto grado, 2024). Abril comentó: “En casa siempre tenemos guías, y me gustan porque son fáciles de preparar, en ocasiones ayudo a mi mamá a lavarlas y ya ella solo las hierbe” (estudiante de tercer grado, 2024). El consumo diario de tortillas y guías subraya la importancia de estos alimentos en la alimentación de los estudiantes. Estos hábitos reflejan cómo la familia y las tradiciones locales influyen en las elecciones alimentarias. Sánchez y Morales (2021) señalan que este análisis

resalta cómo las tradiciones familiares y el cultivo fortalecen el vínculo emocional y cultural de los estudiantes con la alimentación.

Intereses por probar más alimentos

Este apartado nos permitió encontrar hallazgos significativos en la alimentación de los estudiantes. Diez estudiantes expresaron que les gustaría incluir consumir más frutas y verduras. Brayan comentó: “Quisiera comer más frutas y verduras, pero no siempre las tenemos” (estudiante de tercer grado, 2024). Alejandro expresó: “Si tuviéramos más frutas, sería más fácil comer sano, así podríamos crecer más, pero lo malo es que aquí no venden en ningún lado, nada más en Ejutla” (estudiante de tercer grado, 2024). Gael sugirió: “Sería bueno aprender a preparar comidas más saludables con las verduras que tenemos para no enfermarnos, también comer más carne, pero aquí no hay” (estudiante de cuarto grado, 2024).

El deseo de los estudiantes por consumir más frutas, verduras y proteínas refleja las limitaciones en el acceso a alimentos frescos en la comunidad, donde la falta de fruterías y la dependencia de mercados externos dificultan una dieta variada. Además, la inquietud por aprender a preparar comidas más saludables sugiere la necesidad de fortalecer la educación alimentaria en la escuela y el hogar, optimizando el uso de los ingredientes locales. La falta de proteínas en la dieta diaria también resalta un desafío nutricional. Según González

y López (2016), el acceso limitado a alimentos frescos en comunidades rurales es un factor determinante en la calidad de la dieta infantil, esto resalta la necesidad de fomentar hábitos alimentarios saludables con los recursos disponibles.

En la Escuela Primaria, la cooperativa escolar solo se venden productos fritos, por tal motivo, 12 alumnos sugirieron que la cooperativa debe ofrecer más opciones saludables, como aguas frescas y fruta en coctel, en lugar de productos fritos. Zuleymy propuso: “Sería bueno que también vendieran ensaladas o coctel de frutas” (estudiante de tercer grado, 2024). Tres estudiantes mencionaron que les gustaría que los alimentos escolares reflejaran más las comidas tradicionales, incluyendo tamales, mole y tortillas hechas a mano, Yuliana comentó “Me gustaría que en la cooperativa escolar vendieran cosas más tradicionales como las que comemos en la casa, a mí siempre me gusta comer tortillas en todas mis comidas” (estudiante de cuarto grado, 2024).

La sugerencia de que la cooperativa escolar ofrezca opciones más saludables, como aguas frescas y frutas, refleja una conciencia sobre la necesidad de mejorar el acceso a alimentos nutritivos en el contexto escolar, lo cual también está ligado a la idea de fomentar una alimentación más equilibrada, esto coincide con lo que menciona la FAO (2018) con la presencia de opciones saludables en entornos escolares es clave para mejorar la calidad nutricional de los estudiantes.

Resistencia ante la alimentación globalizada

La comida globalizada es algo que con el paso del tiempo a estado introduciéndose en las comunidades rurales, desafortunadamente no toda esta comida es saludable, es por ello que se indagó entre los estudiantes que opinan acerca de estos alimentos. Ocho estudiantes expresaron que no les gusta consumir alimentos globalizados como la pizza, hamburguesas, crepas, y sopas instantáneas ya que no los consideran parte de la alimentación habitual. Samuel comentó: “No me gusta la pizza porque tiene mucho queso y la masa es muy gruesa, aquí pasan vendiendo en una moto, pero en casa no la comemos porque sentimos que no es buena para la salud” (estudiante de tercer grado, 2024). Melissa expresó: “Las hamburguesas saben raro, un día la probé en la fiesta del pueblo, pero no me gustó nada, prefiero mejor comer tacos con la comida que hace mi mamá, o una torta de salchicha de Ejutla” (estudiante de tercer grado, 2024). Gael señaló: “Las crepas se ven raras, parecen como una tortilla con chocolate, a mi casi no me gustan las cosas dulces por eso no mi animo a probarlas (estudiante de cuarto grado, 2024). Asimismo, cinco estudiantes mencionaron que prefieren evitar las sopas instantáneas porque las perciben como alimentos artificiales y de plástico. Diana explicó: “Las maruchan no me gustan porque dicen que es puro plástico, eso me dijo mi tío” (estudiante de cuarto grado, 2024). Rodrigo agregó: “Si, esas sopas dicen que tardan como 6 meses en hacer digestión, por eso yo mejor me como un caldito de

pollo con arrozito” (estudiante de tercer grado, 2024).

Estos testimonios reflejan una resistencia al consumo de comida globalizada en favor de los alimentos tradicionales y caseiros. Los estudiantes asocian los productos industrializados con sabores artificiales o procesados, lo que refuerza la preferencia por platillos locales preparados en casa. Este rechazo indica que, a pesar de la creciente disponibilidad de estos productos en el entorno, los niños continúan valorando los sabores y texturas de la alimentación tradicional, lo anterior coincide con lo que menciona Contreras y Gracia (2011), quienes destacan que en comunidades rurales persiste un fuerte vínculo con la alimentación local, ya que los sabores, preparaciones y rituales asociados a estos alimentos forman parte de la identidad cultural. La resistencia a los productos procesados no solo responde a una cuestión de sabor, sino también a una reafirmación de los valores y costumbres transmitidos de generación en generación.

Conclusiones

La alimentación de los estudiantes de tercer y cuarto grado de la Escuela “Fraternidad” está marcada por tradiciones familiares y culturales transmitidas de generación en generación. Los alimentos favoritos están relacionados con emociones o experiencias personales. Los alimentos como las tortillas, huevo, guías, frijoles, calabacitas, además de cumplir la función nutrimental, están profundamente ligados a la identidad cultural de los estudiantes y

las familias. Además de sostener una cierta soberanía alimentaria al aprovechar los recursos locales de la comunidad.

Las limitaciones en el acceso a frutas, verduras, cereales, leguminosas y alimentos de origen animal dificultan que los estudiantes puedan tener una dieta variada. La población escolar siente un interés por alimentarse con opciones saludables, particularmente aquellas relacionadas con los productos tradicionales de la región. Este reconocimiento de la importancia de una dieta equilibrada refleja una actitud abierta hacia la mejora de los hábitos alimentarios, con un énfasis especial en los alimentos que forman parte de la cultura. Es notable que los estudiantes muestran un deseo de preservar su herencia culinaria al resistirse ante la globalización alimentaria, ya que exponen un rechazo hacia productos procesados que no forman parte de una dieta tradicional, lo cual es un punto a favor. Esta resistencia refleja una valoración de lo tradicional, lo cual puede ser un factor clave para fomentar hábitos alimentarios más saludables.

La Escuela Primaria “Fraternidad” tiene un papel importante en este proceso, ya que la cooperativa escolar podría ser un espacio clave para promover cambios positivos en la alimentación de los estudiantes. Ofrecer alternativas nutritivas, como frutas frescas, bebidas naturales, platillos típicos de la región, podría fortalecer los esfuerzos por mejorar la alimentación de los estudiantes, sin perder de vista el valor de la tradición. Las intervenciones escolares deben reconocer y respetar las raíces culturales y fomentar la incorporación de

hábitos alimentarios saludables, buscando siempre un equilibrio que favorezca el desarrollo integral de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Contreras, J., & Gracia, M. (2005). *La alimentación y la cultura: Perspectivas antropológicas*. Ariel.
- Contreras, J., & Gracia, M. (2011). *Alimentación y cultura: Perspectivas antropológicas*. Ariel.
- Cussó, X., & Garrabou, R. (2008). *Globalización y nostalgia. Cambios en la alimentación de familias campesinas en México. Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 17(33), 4.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The Sage Handbook of Qualitative Research*. SAGE Publications.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Sage Publications.
- FAO. (2018). *Alimentación escolar y rendimiento académico: Una guía para tomadores de decisión*.
- Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores.
- García, M., & López, R. (2019). *Saberes culinarios y tradición: Un análisis de la alimentación en comunidades rurales*. Revista de Antropología Alimentaria, 15(3), 45-60.
- González, L. (2016). Educación alimentaria en México: Estrategias y retos. *Revista de Nutrición Pública*, 8(4), 58-63.
- Guzmán, P. y Polanco, H. (2019). *Conocimiento y soberanía: la alimentación como derecho humano*. Recuperado de https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/libreria_cm_archivos/pdf_2697.pdf
- Levin, J. S. (2006). *Study Design III: Cross-sectional Studies. Evidence-Based Dentistry*, 7(1), 24-25.
- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. Sage Publications.
- Méndez, E., & Ávila, R. (2015). *Prácticas alimentarias y sostenibilidad cultural*. Editorial Planeta.
- Méndez, L., & Pérez, J. (2020). *Alimentación y cultura en comunidades rurales: Una perspectiva sociocultural*. Revista Latinoamericana de Nutrición, 70(2), 30-40.
- Molina, A. (2008). *Globalización y sistemas alimentarios en América Latina*. Fondo de Cultura Económica.
- Morón, R., & Calderón, J. (1999a). *Guías alimentarias y cultura: Bases conceptuales*. Ediciones Salud.
- Morón, P., & Calderón, R. (1999b). *Simbolismos y prácticas alimentarias en México*.

- Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pelto, G. (1984). Culture and diet: A perspective on human adaptation. *Annual Review of Nutrition*, 4(1), 1–24.
- Rodríguez-Gómez, G., & Valdeoriola, J. (1996). *Investigación etnográfica*. Universitat de Barcelona.
- Sánchez, A., & Morales, F. (2021). *Alimentos locales y tradiciones familiares en comunidades rurales: El impacto en la dieta de los estudiantes*. *Revista de Estudios Culturales*, 25(1).
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). *Introduction to Qualitative Research Methods: The Search for Meanings*. Wiley.
- UNESCO. (2018). *Comunidades en acción: aprendizaje a lo largo de toda la vida para el desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265174>.
- UNESCO. (2024). *El derecho a la Educación*. Recuperado de: <https://www.unesco.org/es/right-education/need-know?hub=70224>.
- Wilkinson, J. (2015). Globalization of agribusiness and developing world food systems. *Journal of Agrarian Change*, 15(1), 85–100.

El papel de los quelites en la soberanía alimentaria de Zaragoza, Siniyuvi, Putla, Oaxaca: conocimientos, prácticas y percepciones de mujeres indígenas¹

Martha Roxana López Pérez² y
María Eufemia Pérez Flores³

Resumen

Quelite, del vocablo nahual “quiltil”, “yuve” en mixteco que significa planta tierna comestible. De los quelites se consume toda la planta menos la raíz; estos han formado parte esencial de las dietas indígenas, la cultura y las tradiciones de los pueblos originarios. El objetivo del trabajo es documentar el papel de los quelites en la soberanía alimentaria de la comunidad de Zaragoza, Siniyuvi, Oaxaca, con énfasis en los pilares acceso y control, y consumo, basado en los conocimientos, prácticas y percepciones de las mujeres de la comunidad, con el fin de fortalecer el re-

conocimiento de los quelites como recurso clave para la nutrición, la cultura local y la sostenibilidad alimentaria. La metodología utilizada es de enfoque mixto, donde se obtuvo la información a través de cuestionarios a 20 mujeres de la comunidad, charlas, caminatas y observación participativa en plazas locales. Toda la información se obtuvo en mixteco. De los resultados se resalta que se recopiló información sobre 25 especies y su acceso en tres zonas de la comunidad, el conocimiento sobre su uso alimenticio; así también se encontró frecuencia de consumo de por lo menos 1 vez a la semana para 3 especies. Se concluye que el acceso a los quelites de Siniyuvi, su integración a la dieta semanal y el papel clave de las mujeres de la localidad en la recolección, preparación y consumo de estos quelites en la soberanía alimentaria.

Palabras clave: consumo de quelites, cultura alimentaria, mujer indígena.

Abstract

“Quelite,” from the Nahuatl word “quiltil” and “yuve” in Mixtec, means tender edible plant. All parts of the quelite plant are consumed except the root. These plants

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación “Estrategias participativas para propiciar una alimentación sostenible con los adolescentes de escuelas secundarias de Oaxaca” SIP20240797 y del trabajo de tesis denominado “Quelites, un legado de sabiduría de las mujeres indígenas de Zaragoza, Siniyuvi, Putla, Oaxaca, en la gestión del reconocimiento de su valor cultural y alimenticio” del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional.

2 Maestra en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México. E-mail: mlopezp2200@alumno.ipn.mx, ORCID ID: 0000-0002-7324-6509.

3 Doctora en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional. Profesora Investigadora de la Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario, Oaxaca, México. E-mail: mperezfi@ipn.mx, ORCID ID: 0000-0002-9448-6317.

have been an essential part of Indigenous diets, culture, and traditions. Objective: To document the role of quelites in the food sovereignty of the Zaragoza community, Siniyuvi, Oaxaca, with an emphasis on the pillars of access, control, and consumption, based on the knowledge, practices, and perceptions of the women in the community. The aim is to strengthen the recognition of quelites as a key resource for nutrition, local culture, and food sustainability. Methodology: A mixed-methods approach was used, gathering information through questionnaires to 20 women from the community, talks, walks, and participatory observation in local plazas. All information was collected in Mixtec. Results: Information was gathered on 25 species and their access in three areas of the community, as well as knowledge of their culinary uses. It was found that at least three species are consumed weekly. The study concludes that access to the quelites of Siniyuvi, their integration into the weekly diet, and the key role of local women in the collection, preparation, and consumption of these quelites highlight their importance in food sovereignty.

Keywords: quelites consumption, food culture, indigenous woman.

Introducción

El sentido de pertenencia a un territorio es fundamental para la preservación de la biodiversidad. Las tradiciones, creencias y prácticas ancestrales son legados que han contribuido a la formación de una identidad nacional única. Las comunidades

indígenas de México tienen un vínculo ancestral con el territorio en el que coexisten; esta unión se manifiesta de manera tangible en la sabiduría adquirida a lo largo de miles de años de supervivencia al aprovechar las plantas comestibles disponibles para añadirlas a la dieta comunitaria.

Desde tiempos precolombinos, los pueblos indígenas fueron desarrollando un amplio conocimiento sobre las propiedades nutricionales, medicinales y culturales de las plantas comestibles, específicamente de los quelites, de los cuales se estima que se han utilizado al menos 500 especies (Santiago et al., 2019). El término “quelite” proviene del náhuatl “quilitl” y se refiere a las hojas, tallos y flores de las plantas que se consumen tiernas (Linares y Aguirre, 1992). Estas plantas no solo aportan nutrición a la dieta, sino que también forman parte de las tradiciones culinarias y celebraciones de las comunidades indígenas (Bartra, 2017).

El término “quelite”, del náhuatl “quilitl”, tiene su equivalente en otras lenguas originarias, por ejemplo, en mixteco se le conoce como “yuve”. No se sabe con exactitud el origen del consumo de los quelites; la mención más antigua esta plasmada en el Códice Florentino, donde se retrata la importancia cultural y alimentaria de este grupo de alimentos (Sahagún, 1577-1582). Esta evidencia respalda el consumo prehispánico de quelites.

Los quelites son una agrupación de plantas tiernas comestibles. Todas las especies son diferentes entre sí, no comparten simi-

litudes botánicas, la clasificación se basa en las propiedades comestibles. A pesar de las propiedades nutricionales en vitaminas y minerales para la salud, los quelites también representan un conocimiento ancestral sobre las propiedades medicinales de las plantas.

El objetivo del estudio es documentar el papel de los quelites en la soberanía alimentaria de la comunidad de Zaragoza, Siniyuvi, Oaxaca, con énfasis en los pilares acceso y control de los recursos, y consumo, centrado en los conocimientos, prácticas y percepciones de las mujeres de la comunidad, con el fin de fortalecer el reconocimiento de los quelites como recurso clave para la nutrición, la cultura local y la sostenibilidad alimentaria.

Marco de referencia

Soberanía alimentaria

La Soberanía Alimentaria, definida en la Ley Marco “Derecho a la Alimentación, Seguridad y Soberanía Alimentaria”, aprobada en la XVIII Asamblea Ordinaria del Parlamento Latinoamericano, es “el derecho de un país a definir sus propias políticas y estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de alimentos que garanticen el derecho a la alimentación sana y nutritiva para toda la población” (pág. 17); de igual modo, se debe respetar la cultura, los sistemas productivos, comerciales y de gestión de los espacios rurales.

Sin embargo, la Vía Campesina (2021) precisa que la soberanía alimentaria es una filosofía de vida, que los movimientos sociales y actores de las sociedades civiles han trabajado, consolidándola “como el derecho de los pueblos a alimentos saludables y culturalmente apropiados, producidos mediante métodos ecológicamente racionales y sostenibles, y su derecho a definir sus propios sistemas alimentarios y agrícolas” (pág.2). Es decir, la soberanía alimentaria busca construir sistemas alimentarios sostenibles y resilientes que satisfagan las necesidades y aspiraciones de las comunidades en lugar de responder a las demandas del mercado globalizado.

Los ejes estructurales de la Soberanía Alimentaria son: 1) Acceso y control sobre los recursos, tierra, semillas, crédito, y otros, tanto individuales como comunitarios “haciendo un énfasis especial en el acceso a los recursos por parte de las mujeres”; 2) Modelos de producción que pretenden “recuperar, validar y divulgar modelos tradicionales de producción agropecuaria de forma sostenible ambiental, social y culturalmente”; 3) Transformación y comercialización. “La Soberanía Alimentaria defiende el derecho de los campesinos a vender sus productos a precio justo”; 4) Consumo alimentario y derecho a la alimentación. “La Soberanía Alimentaria defiende que los ciudadanos tenemos derecho a un consumo de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados, procedente de los productores locales, y producidos mediante técnicas agropecuarias agroecológicas”; y 5) Políticas agrarias: “el campesino tiene derecho a conocer, participar e incidir en las polí-

ticas públicas locales” (Ortega y Rivera, 2010, p. 56).

Biopsicosocial

El término biopsicosocial señala que todos los seres humanos se alimentan para satisfacer no solo las necesidades biológicas, sino que también psicológicas y sociales. El comportamiento, las formas de pensar y las relaciones sociales de una persona están directamente relacionadas con su estado de salud, por lo que adoptar y practicar conductas positivas ayuda a estimular un buen estado de salud; esto, a su vez, se influye de factores sociales económicos, espirituales, culturales y psicológicos que afectan de manera notoria el estado de salud de la persona (Rodríguez y Guadarrama, 2015).

Bourges (2017) engloba la alimentación y la nutrición como procesos biopsicosociales, ya que “no solo aportan nutrimentos, sino también están asociadas a las sensaciones sensoriales, emocionales, culturales y sociales: se integran tres componentes importantes: a) sensorial y emocional, b) social y cultural, y c) nutrimental” (p. 7).

Los quelites, desde un enfoque biopsicosocial, son una fuente de nutrientes esenciales que ayudan a prevenir deficiencias alimentarias y enfermedades. Su consumo fortalece el bienestar psicológico, al estar vinculado con prácticas tradicionales que promueven la conexión familiar y comunitaria. Socialmente, la recolección y preparación de los quelites refuerzan la cohesión

social y la transmisión de conocimientos intergeneracionales, ayudando a conservar tradiciones alimentarias y resistir a la homogeneización cultural.

Biocultural

La bioculturalidad, como concepto, es una categoría científica, gracias a los aportes hechos por los biólogos, ecólogos y biogeógrafos por la diversidad biológica, antropológica, lingüística y etnológicas acerca de la diversidad de culturas. Para el caso del país, este concepto abarca el vínculo entre los ecosistemas y los pueblos indígenas a lo largo de los años en una serie de distintos paisajes (Toledo et al., 2019).

El arraigo histórico y cultural de las naciones indígenas es un movimiento constante de interacción con su entorno natural, lo que genera una íntima relación entre el paisaje, la diversidad biológica, los sistemas productivos y la coevolución con las especies de la flora y de la fauna, que conlleva a generar en el territorio aquello que se nombra como bioculturalidad (Toledo et al., 2019). Entonces, podemos englobar el concepto como los espacios en donde se habita, se está y se es como pueblo indígena, en su territorio, mismo que define sus procesos identitarios.

Boege y Chan (2008) insisten en que no hay pueblo sin territorio y el territorio se liga con el medio ambiente y la biodiversidad, su uso y su conservación. Así mismo, se reafirma el hecho de complementar la importancia de los usos tradicionales, por ello, se debe reconocer a los pueblos indí-

genas como actores sociales esenciales en la preservación de la naturaleza y el desarrollo sustentable.

Los quelites son esenciales en la cultura alimentaria, especialmente en México, ya que su recolección, preparación y consumo están profundamente vinculados a tradiciones locales, prácticas ancestrales de agricultura y medicina tradicional. Además, poseen un valor simbólico como un acto de resistencia cultural frente a la homogeneización alimentaria. Su consumo también refleja la adaptación de las comunidades a su entorno natural, aprovechando las plantas silvestres y fomentando una relación armónica con el medio ambiente.

Según lo expuesto anteriormente, la soberanía alimentaria no solo está relacionada con el acceso a los alimentos como es el caso de la seguridad alimentaria, sino con el control local y el respeto por las tradiciones y ecosistemas. Al integrar los conceptos biopsicosocial y biocultural se está reconociendo a los sistemas alimentarios como un todo, considerando que la alimentación no solo debe cumplir el requisito de ser nutritiva, sino también sostenible en términos de biodiversidad y culturalmente adecuada para la localidad.

Zaragoza Siniyuvi, Putla de Guerrero, Oaxaca

Es una localidad del municipio de Putla, Villa de Guerrero, Oaxaca, con una población de 110 habitantes, según el Censo de Población y Vivienda 2020, de los cuales 76 son hombres y 34 mujeres. La mayoría

son hablantes de la lengua indígena mixteco la cual está distribuida principalmente en el sur, oriente y sureste de México (INEGI,2020).

Sus fiestas patronales son en honor a San Marcos Evangelista, cuya celebración es el 25 y 26 de abril, con actividades deportivas como juegos de baloncesto, además de misas, bautizos y rezos. También celebran el Día del niño, el de las madres, el de los padres con eventos organizados por autoridades y la escuela. En octubre celebran el día de muertos con ofrendas, cempasúchil y la preparación de alimentos tradicionales. Durante la navidad se realizan posadas, misas y convivios comunitarios.

La comida típica de la comunidad incluye platillos como tamales de mole rojo, salsa verde, de rajas, de chepiche y amarillo y tamales de dulce de elote. También se preparan tortillas de diferentes colores y de plátano. Entre los ingredientes locales destacan hongos, nopales, chicatanas, ticocos, luti y piñones. Además, se consumen quelites, como la buchicata, y bebidas como café de olla, atole de maíz, plátano y malanga.

Metodología

La primera inserción a la comunidad es la vía de conocimiento del entorno, para identificar los hechos y problemas a modificar para transformar la realidad social (Fals, 2009). El equipo de trabajo se incorporó a la comunidad mediante la observación participante en busca de datos que

ayuden a tener una visión del contexto de la población objetivo.

Debido a que la información disponible en medios oficiales sobre la localidad es escasa, se tuvieron que realizar las actividades correspondientes a recabar información del contexto local, no solo sobre los quelites, sino de conocimiento general, a través de charlas informales (Taylor y Bogdán, 1987) sobre temas relacionados con la vida comunitaria. Así mismo, se realizaron recorridos en tres áreas de la comunidad, alta, media y baja, a través de la técnica de recorrido de campo basada en diagrama de corte (Geilfus, 2002), y recorridos por las plazas comunitarias. La compilación de información se complementó con fotografías de los recorridos de campo.

Informante clave, primer acercamiento a la comunidad

El primer acercamiento a la comunidad fue el contacto directo con la informante clave, una de las mujeres interesadas en el proyecto, quien vinculaba a las investigadoras con otras mujeres de la comunidad y con la autoridad en turno. En estas actividades se siguieron las técnicas de Taylor y Bogdan (1987) para establecer el *rapport* con las y los actores claves de la comunidad.

Una vez que se dio a conocer la finalidad del proyecto a las autoridades, se realizó una reunión personal con la informante clave, con el objetivo de recabar informa-

ción sobre la cantidad de los quelites existentes en la comunidad para la creación de un listado; posteriormente, estos datos fueron corroborados con otras mujeres.

Sujetos de estudio

Se aplicaron cuestionarios a 20 mujeres de la comunidad, todas hablantes de mixteco. El muestreo se realizó por conveniencia, con la técnica bola de nieve (Sampieri, 2018).

Instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de los datos sobre quelites, se aplicó un cuestionario “cara a cara” con prueba piloto, que incluía los ejes temáticos: ficha de identificación sociodemográfica, conocimiento sobre los quelites locales, frecuencia y formas de consumo, técnicas de recolección, usos de los quelites; constó de 105 items, cada aplicación tuvo una duración aproximada de 1 hora por persona; por el contexto de la comunidad se optó en aplicar el instrumento en Mixteco, y se apoyó de fotografías y grabaciones de voz, todo con el consentimiento de las mujeres encuestadas.

Frecuencia de consumo de quelites

Para determinar la frecuencia de consumo de quelites, a cada participante se le preguntó sobre su consumo habitual, ya sea diario, semanal o mensual. El ins-

trumento utilizado se basó en los lineamientos dispuestos en el “Manual de Procedimientos para Proyectos de Nutrición y Salud (CINyS)” del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Este instrumento fue modificado para adaptarlo al contexto de la población objetivo y los ítems quedaron estructurados de la siguiente manera: ¿Con qué frecuencia consume el quelite? A.) semanal, B) mensual, y C) al día ¿Cuántas veces? - a la semana, - al mes, -al día. Esta pregunta se realizó por cada una de las 25 especies de los quelites que están presentes en la comunidad. Con las respuestas obtenidas, se calculó la frecuencia semanal del consumo de los quelites.

Análisis de datos

Con la información compilada, se capturó y analizó los datos en el software de IBM SPSS Statistics V. 21. Se realizaron descripciones cualitativas y cuantitativas según requirieran las preguntas y las informaciones de interés al proyecto; estos análisis se encuentran desglosados en los apartados de resultados.

Resultados

Acceso a los Quelites de Zaragoza, Siniyuvi, Oax.

Recorrido de las Plazas Comunitarias

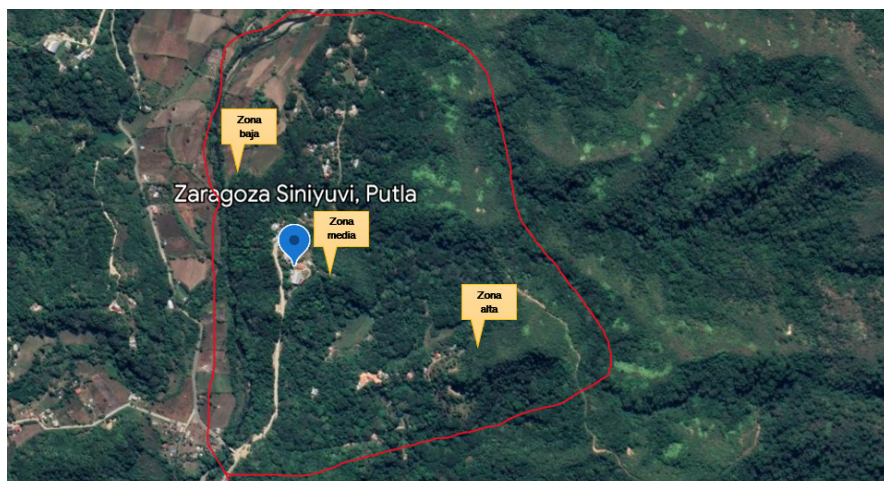
Se realizaron dos salidas de campo a las plazas comunitarias del Municipio de Put-

la Villa de Guerrero, una durante la temporada de secas y la otra se realizó en la temporada de lluvias. En la primera visita (temporada de secas), se observó que los pequeños productores venden los quelites más comunes, las especies identificadas fueron: los quintoniles, el pápalo, la hierbamora, la verdolaga, las guías y las flores de calabaza. En el segundo acercamiento a las plazas comunitarias (temporada de lluvias), se encontró una gran variedad de quelites, más de diez especies, estas fueron: quintoniles, verdolagas, yuve jievíyu, pápalo, hierbamora, yuve tunchi, berro, flores y guías de calabaza, yuve tunkaa, chepil, hojasanta, violetas y epazote. En cuanto a los precios, eran los mismos en ambas temporadas, pero variaba la cantidad de quelites; los racimos de las temporadas de lluvia eran más abundantes.

Mapeo de Transecto de la Comunidad y la presencia de los quelites por las zonas

En el mapeo de transectos, se identificó de forma visual y se fotografió las especies de quelites dentro del territorio de la comunidad. El recorrido se hizo primero en la zona más alta de la localidad, posteriormente la zona media y por último la parte más baja, para ubicar las plantas, tanto silvestres como domesticadas. En la figura 1, se colocó sobre el mapa satelital de la aplicación de Google Earth pines que apuntan a las zonas antes mencionadas, además se trató de delimitar, de forma aproximada, el contorno del territorio de la comunidad de Zaragoza Siniyuvi, Putla.

Figura 1. Ubicación geográfica de Zaragoza Siniyuvi, Putla, Oax.



Fuente: Delimitación de las tres zonas de la localidad: alta media y baja con la aplicación Google Earth.

Zona alta

En la parte más alta de la comunidad hay árboles y arbustos pequeños. Según la información proporcionada por la informante clave, hace al menos 20 años ahí había ganado y se realizaba la roza-tumba-quema para que crecieran pastizales. Los quelites se encuentran antes de llegar a la zona media, a pesar de que ya hay casas, estos se encuentran en las hortalizas de las familias, se encuentran verdolagas, hierbamora, pápalo; en los traspatios hay hojasa, epazote, hojas de huaje, y algunas casas tienen chayote. Todas las familias tienen al menos una planta de hojasa y huaje.

Zona media

En la zona media ya se encuentran casas y la vegetación es más espesa, los árboles

son más altos; en esta parte se encuentran guapinoles, entre otros árboles comunes de la comunidad. En las casas hay algunos quelites, como la hojasa, la hierbamora, el epazote y las hojas de huaje. En la caminata se encontraron quelites yue tunkaa, hierbamora, ita xita, y las buchicatas en la orilla del arroyo; en esta parte de la zona encontramos árboles de mango, café, naranjas, lima y limón. Las casas están bastante separadas entre sí y son cubiertas por la espesa vegetación. En la figura 5 se pueden observar las especies más comunes encontradas en la zona media de la comunidad.

Zona baja

En esta parte desembocan los arroyos, también se encuentran los sembradíos de maíz, en donde se pueden observar las guías de frijol y calabaza; en este mismo

espacio también hay yuve jieviyu y pápalo. En los cuerpos de agua se encontró la buchicata. En este sector se encontró la mayor disponibilidad de quelites y estos fueron: yuve tunkaa, yuve jieviyu, yuve kuva, hierbamora, yuve tunchi y yuve i'yuu. Además, entre los cafetales, en la parte húmeda, crece ita xita. Las familias tienen en sus patios la hoja santa y el epazote, así también tienen al menos un árbol de huaje.

Especies de Quelites de la Comunidad de Zaragoza, Siniyuvi, Putla, Oax.

En el primer acercamiento que se tuvo con la informante clave, dio una lista de quelites habidos y consumidos en la comunidad, los cuales hicieron un total de 25 especies; estos mismos se localizaron en el recorrido; de 15 de ellos se conocen sus nombres en español, sin embargo, de 8 especies solo se conocen los nombres en mixteco (ver tabla 1).

Nº	Nombre común	Nombre en mixteco	Nombre científico
1	Quintonil	Yuve it'	Amaranthus sp.
2	Chepil	Yuve ixin	Crotalaria longirostrata
3	Pápalo	Yuve nusú	Porophyllum rudérale
4	Hojasanta	Yuve noo	Piper auritum
5	Violeta	Yuve tío	Anoda cristata
6	Verdolaga	Yuve skitu	Portulaca oleracea l
7	Berro	Yuve tia'va	Nasturtium officinale
8	Hierbamora	Yuve tinesú	Solanum nigrum
9	Buchicata	Yuve kata	Xanthosoma sp.
10	Guías de calabaza	Xitú ta'yt	Curcubita moschata
11	Guías de chayote	Xitú naña	Sechium edule
12	Guías de frijol	Yekuchi	Phaseolus sp.
13	Flor de calabaza	Ita ta'yt	Curcubita moschata
14	Flor de nopal	Ita miné chíi	Selenicereus sp.
15	Epazote	Minú	Dysphania ambrosioides
16	Hojas de huaje	Yeeneté	Leucaena leucocephala
17	Quelite de fierro	Yuve tunkaa	Cestrum sp.
18	Yuve kuva (s/e)	Yuve kuva	*Sin identificar
19	Mazorquilla	Yuve viiko	Phytolaccaceae sp.
20	Quelite de pájaro	Yuve saa	Ipomoea sp.
21	Quelite de leche	Yuve xukuii	Tabernaemontana sp.

22	Yuve jieviyu (s/e)	Yuve jieviyu	*Sin identificar
23	Mano de león	Yuve i´yuu	Manihot sp.
24	Huaje silvestre	Yuve tunchii	Leucaena sp.
25	Flor de tortilla	Ita xita	*Sin identificar
(s/e)=sin nombre en español		*Debido a que falta el nombre común o español, no fue posible encontrar la clasificación taxonómica de la especie	

Fuente: Nombre de las 25 especies de quelites, proporcionado por la informante clave y corroborado por las mujeres de la comunidad.

Tabla 2. Los quelites comestibles de encontrados en la comunidad.

1.Quintonil- Yuve itt

2. Chepil-Yuve ixii

3. Pápalo-Yuve nusú

4. Hojasanta-Yuve nóo

5. Violeta-Yuve tíoo



6. Verdolaga-Yuve skitú

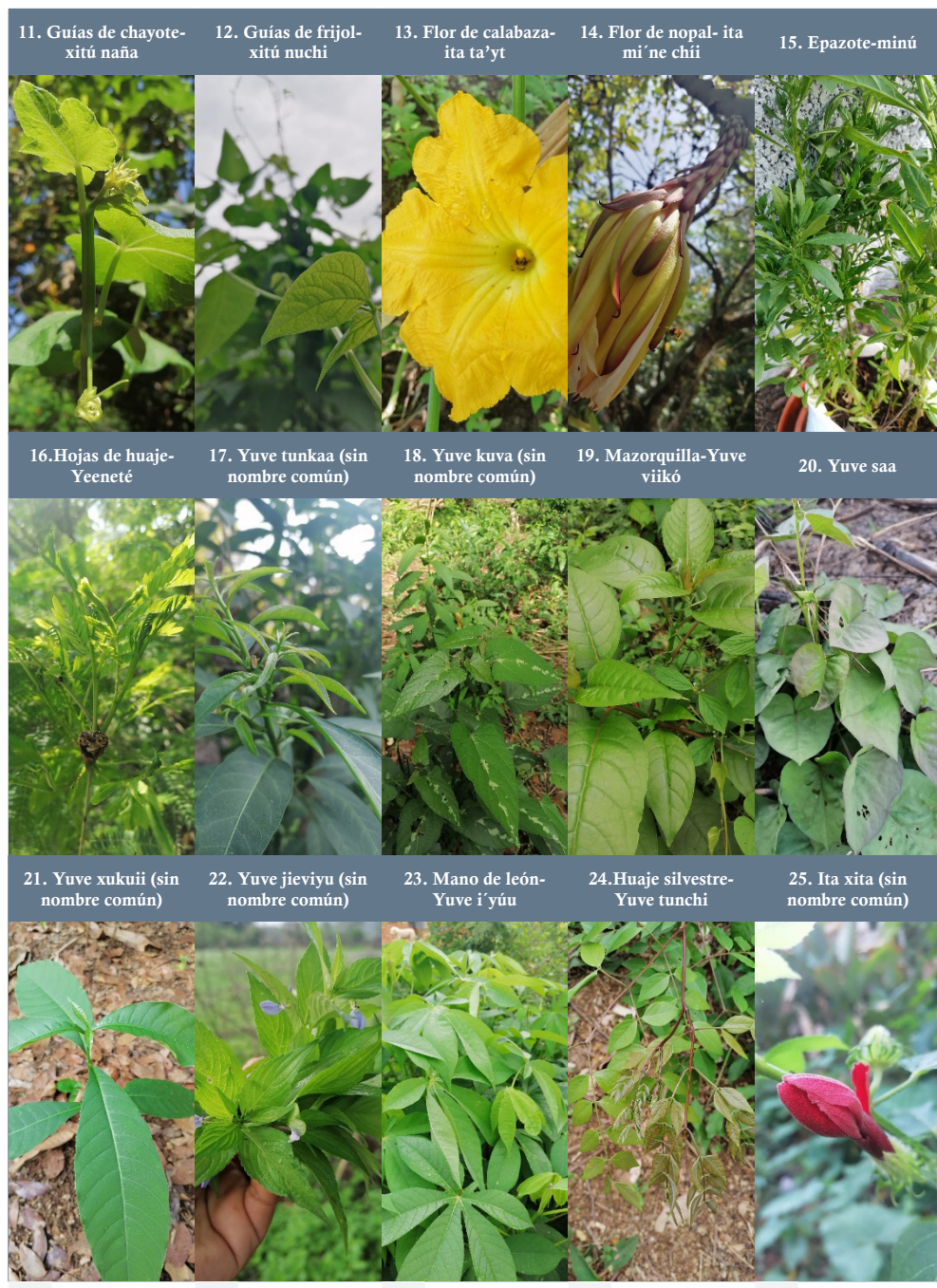
7. Berro-Yuve tia´va

8. Hierbamora-Yuve tinesú

9. Buchicata-Yuve katá

10. Guías de calabaza- xitú ta´yt





Fuente: en la tabla se encuentra de forma fotográfica las 25 especies de quelites que aún se consumen en la comunidad, la forma de consume depende en su mayoría del gusto personal de cada mujer participante.

Recolección, siembra y compra de los quelites

Los quelites se obtienen de tres formas principales: a) siembra, b) recolección, o, c) compra. Las especies que han sido domesticadas para siembra son las conocidas, las cuales pueden comprar o vender según sea la situación de cada una; estas especies también son fáciles de encontrar en las plazas comunitarias. En la tabla 2 se describen las especies que se siembran y aquellas que solamente pueden recolectarse; para las 20 mujeres participantes en la aplicación del cuestionario de diagnóstico, las especies que se siembran son las mismas que también compran.

Tabla 3. Formas de obtener los quelites		
Se siembran	Se recolectan	Se compran
Quintonil	Violeta	Quintonil
Chepil	Ita xita	Chepil
Pápalo	Buchicata	Pápalo
Hojasanta	Flor de nopal	Verdolaga
Verdolaga	Hojas de huaje	Hierbamora
Guías de calabaza	Yuve tunkaa	Yuve jieviyu
Guías de chayote	Yuve kuva	Epazote
Guías de frijol	Yuve viiko	Guías de calabaza
Flor de calabaza	Yuve saa	Flores de calabaza
Epazote	Yuve xukuui	Berro
Berro	Yuve jieviyu	Violeta
	Yuve i'yuu	Flor de nopal

Fuente: elaboración propia.

De las especies que se recolectan, se resaltan algunas generalidades: la buchicata (yuve katá), crece en los cuerpos de agua; los nombrados yuve tunkaa, yuve kuva, yuve viiko y yuve xukuui crecen en los cafetales. En lo que refiere al yuve tunkaa, es un arbusto de aproximadamente 2 metros de altura, y en lo que respecta a la flor

de nopal florece de forma anual, solo se consigue en las primeras lluvias del año. El resto de los quelites que se recolectan, suelen encontrarse en el campo, cercanos a los sembradíos de milpas.

Para sembrar los quelites, se guardan las semillas de las especies de pápalo, chepil, calabaza y frijol. El quintonil, la verdolaga y la hierbamora suelen crecer en las hortalizas cuando se ocupa abono de borrego o chivo y no suelen recolectar las semillas. La hojasanta y el epazote solo se ocupan para condimentar las comidas.

Descripción de las mujeres indígenas poseedoras del conocimiento

Del total de 20 mujeres que aportaron la información requerida en el estudio, se describe lo siguiente: tenían en promedio 46.9 años, con un intervalo de edad que va de 21 hasta los 73 años. La ocupación principal es ama de casa y campesina, dado que el 65% de ellas afirmó tener estas dos ocupaciones. El 80% de ellas es originaria de la comunidad, el restante 20% es de comunidades vecinas, pero se consideran parte de la comunidad porque se casaron con un varón de Siniyuvi. Ellas se autodenominan indígenas, además de que todas son hablantes del mixteco de la región (tu'un ñuu savi).

Conocimientos generales sobre los Quelites

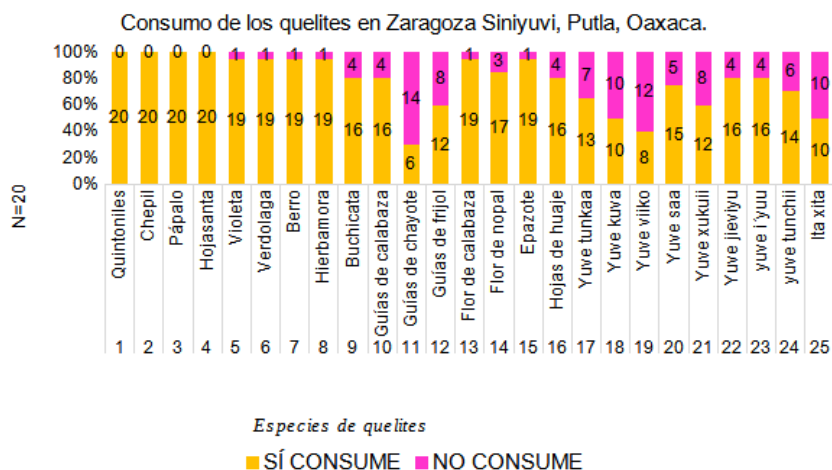
Las mujeres del grupo participante aseguraron conocer más de la mitad de las 25 especies nombradas en el cuestionario. Los quelites que todas conocen son quin-

tonil, chepil, pápalo, hojasanta, violeta, verdolaga, buchicata, guías de calabaza, guías de frijol, flor de calabaza, flor de nopal, epazote, hojas de huaje y yuve jievuyu. Casi todas dijeron conocer el berro, la hierbamora, yuve saa, yuve xukuui, yuve i'yuu y yuve tunchi; solo una participante dijo no conocer ninguna de estas especies antes nombradas. Tres mujeres dijeron no conocer yuve kuva, las otras mencionaron que esta especie ha disminuido notablemente en el campo. Solo dos mujeres dijeron no conocer las últimas tres especies, ita xita, yuve viiko y yuve tunkaa; sin embargo, las 18 mujeres restantes dijeron conocer y consumir estas plantas.

Consumo de los Quelites

De acuerdo con las respuestas del cuestionario, la mayoría de las mujeres come quelites. Las especies más consumidas son quintoniles, chepiles, pápalo y hojasanta, mientras que los menos consumidos son las guías de chayote y yuve viiko. En la figura 2 se puede observar el total de consumo de cada una de las especies de la comunidad, es importante añadir que el consumo varía según la disponibilidad de los quelites, ya sea en el campo o en los mercados, como también del gusto de cada una de las participantes, además de que algunas de las especies son anuales.

Figura 2. Consumo de las 25 especies de quelites



Frecuencia de consumo familiar de los quelites.

Con relación a la frecuencia del consumo de los quelites, se resalta dos temporalida-

des: a) la época de sequía, que corresponde de diciembre a mayo y b) la temporada de lluvias, que abarca los meses de junio a noviembre; es en esta época cuando hay mayor disponibilidad de quelites, tantos en

los sembradíos como las especies silvestres, pues renacen o tienen retoños y hojas tiernas. En ambas temporadas se consiguen los quelites que son sembrados en hortalizas; sin embargo, en la época de secas es cuando más se compran y estas especies son el quintonil, la verdolaga, hierbamora, chepil y pápalo. Dependiendo del riego, tienen mayor crecimiento, por ejemplo, el pápalo tiene un mejor aspecto físico en la temporada de lluvias, pues es un quelite que requiere de mucha agua para su crecimiento adecuado.

Las especies más consumidas son utilizadas como condimento y son la hojasa (yuve noo) y el epazote (yuve minú); estos se utilizan en caldos de pollo, en caldos de huevo, en quesadillas, en los frijoles, en los moles, en el amarillo de pollo, en el huevo a la mexicana, en calditos de mariscos, entre otras comidas frecuentes. Además, la hojasa se ocupa en un caldito ancestral que da energías a las mujeres en el periodo de puerperio, aunque actualmente ya no suelen preparar ni consumir esta receta.

La frecuencia con la que se come el pápalo (yuve nusú) se debe a lo combinable que es con otros alimentos y a la abundancia en las épocas de lluvia. Es un quelite que solo puede consumirse crudo; las encuestadas afirmaron que, debido al sabor y fuerte olor de esta planta, nunca se debe mezclar con ningún otro quelite que requiera cocinarse porque cambia el sabor y es incomible. Sin embargo, el consumo es mero acompañamiento de las comidas, se mantiene en un vaso con agua en el centro de mesa para evitar que se marchiten.

Otros quelites como la hierbamora y la verdolaga son especies de las que suelen encontrarse con mayor frecuencia en el campo y en los mercaditos. Las mujeres dijeron que prefieren comer la verdolaga muy tiernita ya que, cuando se “maciza”, las semillas incomodan un poco a la hora de comer y la misma planta tiene menos hojas: la verdolaga lo cocinan de muchas maneras diferentes.

En lo que concierne a las especies menos consumidas, estas son las guías de chayote (xitú naña); muchas de las mujeres encuestadas dijeron que solo consumen la fruta de chayote, pero las guías no, debido a que en esta parte de la planta vienen los chayotitos y prefieren que crezcan, además de que, para su paladar, las guías son amargas. En cuanto a la Ita xita, otra guía, lo que se consume son las flores, las cuales se ocupan para mezclar con la masa para las tortillas, le da un color entre rojo y rosa y para que la tortilla sea más suave; la mitad de las mujeres no lo consumen, pues siembran el maíz rojo que les da un color similar, aunque el 80% sí lo consumía en su infancia. Respecto a yuve kuva y yuve viiko, se consumen menos debido a la indisponibilidad que tienen a la hora de recolectarlos, son dos de las especies que menos se encuentra y, junto con yuve xukuii, se recolectan y se mezclan para que sea suficiente para comer.

Otros quelites como la buchicata (yuve katá) y yuve i'yuu, se consumen con menos frecuencia por la forma en la que se preparan y debido a que requieren de un tiempo mayor en la recolección, además se debe complementar con tortillas recién

hechas (táavi). Por otro lado, las flores de nopal se consiguen una vez al año, son muy delicadas, florecen por una semana y al ser silvestres crecen en árboles altos, lo que hace difícil de conseguir; se debe estar al pendiente, pues no se come el botón tan tierno, ni después de dos días de florecer; la peculiaridad de esta flor es que florece por la noche.

Como se ha mencionado con anterioridad, la frecuencia del consumo de cada una de las 25 especies depende de muchos factores, desde la disponibilidad económica de cada una de las mujeres, como la disponibilidad de las especies en el campo o en los mercados; así mismo, influye mucho el gusto que cada una tiene al consumir las especies, ya que los quelites tienen sabores variados: algunos son amargos, otros tienen una textura viscosa y otros ocasionan escozor en la lengua si no se preparan adecuadamente, o tienen un proceso tedioso de preparación. En la figura 3 se puede observar la frecuencia del consumo semanal de las 25 especies de quelites.

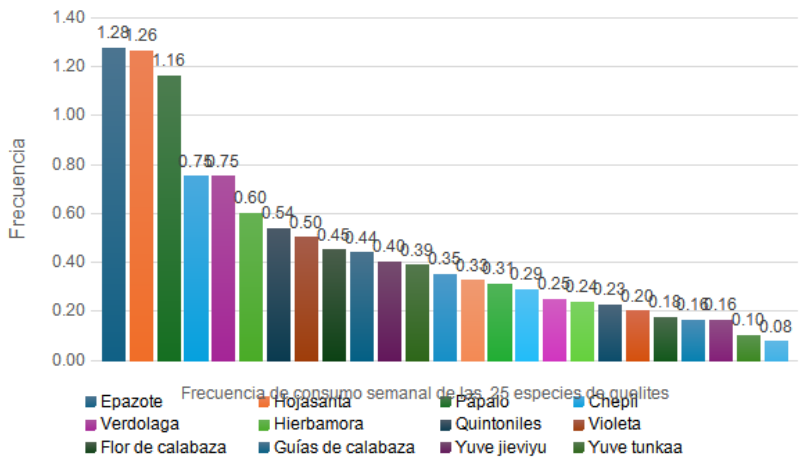
Formas de consumo de los quelites

Las mujeres afirmaron que las plantas se consumen de cuatro formas principales: hervidas, crudas, asadas y fritas. Varias especies pueden prepararse de distintas maneras, sin embargo, dijeron que el pápalo, hojas de huaje y yuve tunchii, solo pueden comerse crudos. En la tabla 3 se desglosa

las generalidades sobre las formas de preparación y consumo de las 25 especies de quelites de la comunidad.

Las participantes afirmaron que el consumo de los quelites data de tiempos antiguos, se comen desde que tienen memoria, así como otros tantos alimentos; también mencionaron que hay unos que les gustan más que otros y esto depende del sabor, de la forma fácil de obtenerlo en el campo, de la forma rápida de prepararlos o de la preferencia de sus familias. Al preguntarles qué tanto les gustaba consumirlos, las señoras mayores exclamaban con alegría “kajió táañu’u de iyo”, expresión que traducida literalmente significa “Comería cualquiera de los quelites si los tuviera a la mano en este preciso momento”, porque algunos ya no se consiguen con facilidad en la comunidad y se debe al uso de plaguicidas en los campos, por lo que mueren sin dejar semillas. De igual manera, la labranza moderna con el tractor deja muy profundo las semillas y estas ya no germinan, además las nuevas generaciones no están interesadas en trabajar la tierra o realizar hortalizas en traspatio; este desinterés provoca la pérdida de las semillas y de las especies que se solían consumir antes. Las y los jóvenes prefieren salir (migrar) a otros estados o a Estados Unidos para una supuesta mejora en la calidad de vida, lo que conlleva dejar de sembrar en los campos. Estas son algunas de las respuestas de las mujeres.

Figura 3. Frecuencia semanal del consumo de los quelites entre las mujeres de Zaragoza Siniyuvi, Putla, Oax. n=20



Fuente: En esta gráfica se muestra las especies más consumidas por las mujeres de la comunidad, generalmente los quelites de mejor consumo suelen encontrarse en las plazas comunitarias; las menos consumidas suelen ser especies anuales.

Tabla 3. Técnicas culinarias empleadas en la preparación de los quelites, según las mujeres de Zaragoza Siniyuvi, Oax.		
Quelite	Técnicas culinarias empleadas	Alimentos con los que suele combinarse:
Quintoniles	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible. Machacado en molcajete.	Arroz, tomate, cebolla, chile, ajo, quesoillo.
Chepil	Hervido en olla de aluminio, aunque es preferible en ollas de barro. Para los tamales se cuecen al vapor en tamaleras.	Arroz. Tamales: hojas de plátano, chile verde, tomate verde, cebolla, masa blanca, quesoillo o pollo, manteca.
Pápalo	Solamente crudo	Salsas de molcajete: tomate verde, chile costeño y ajo.
Yerba santa	Hervido en cazuela.	Condimenta caldos de pollo y huevo a la mexicana.
Violeta	Hervido en olla, frito en sartén con aceite y/o manteca.	Agua, chile, limón y ajo. Tortilla recién hecha (táavi)
Verdolaga	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible.	Se come con huevo, o con carne de puerco en salsa verde
Berro	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible, asado en el comal.	Cebolla, ajo y chile.
Yerbamora	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible, asado en el comal.	Cebolla, ajo y chile.
Buchicata	Hervido en olla de barro, cuando se requiere ponerle agua, debe ser agua caliente.	Caña agria (mix. Tuun kaya, cient. Arthrostemma fragile Lindl.) Con salsa de molcajete de chile y ajo Limón, café, tortillas recién hechas.
Guías de calabaza	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible.	Flor de calabaza, calabacita tierna, ejote, chile, ajo, cebolla y bolas de masa (kú yu).
Guías de chayote	Hervido en olla	Ajo y chile.

Guías de frijol	Hervido en olla	Ajo, chile y bolitas de masa (kú'yu).
Flor de calabaza	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible, asado en el comal.	Quesillo y epazote.
Flor de nopal	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible.	Frijol Cebolla y chile.
Epazote	Condimento	En el frijol, en el caldo de huevo, de nopal, de mariscos y otras comidas.
Hojas de huaje	Solamente crudo	Salsas de molcajete; tomate verde, chile costeño y ajo.
Yuve tunkaa	Hervido en olla y crudo.	Con bolitas de masa (kú'yu). Salsas de molcajete; tomate verde, chile costeño y ajo.
Yuve kuva	Hervido en olla.	Con bolitas de masa (kú'yu). Salsas de molcajete; tomate verde, chile costeño y ajo.
Yuve viiko	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible.	Se requiere exprimirlo, después de hervir y antes de freír con cebolla, chile y ajo.
Yuve saa	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible.	Con bolitas de masa (kú'yu). Salsas de molcajete: tomate verde, chile costeño y ajo. Freír con cebolla y chile.
Yuve xukuui	Hervido en olla.	Con bolitas de masa (kú'yu). Salsas de molcajete; tomate verde, chile costeño y ajo.
Yuve jievíyu	Hervido en olla, frito con manteca y/o aceite comestible.	Con bolitas de masa (kú'yu). Salsas de molcajete: tomate verde, chile costeño y ajo. Freír con cebolla y chile.
Yuve i'yu	Machacar en metate. Hervido en olla.	Machacar en metate, con chile y ajo.
Yuve tunchii	Solamente crudo	Son las hojas del huaje silvestre, usualmente solo se comen las hojas; a diferencia del huaje doméstico, las hojas de esta planta no son amargas y los huajes (fruto) no suele comerse.
Ita xita	Crudo, machado en metate.	Mezclar con masa para que las tortillas tengan un color rosa y mayor suavidad.

Fuente: esta tabla muestra las diferentes técnicas de consumo de cada una de las 25 especies de quelites de la comunidad.

Discusión

El presente proyecto se desarrolló con la valiosa colaboración de las mujeres indígenas de Zaragoza Siniyuvi, Putla, Oaxaca. Tuvo como objetivo documentar el papel de los quelites en la soberanía alimentaria de la comunidad de Zaragoza, Siniyuvi, Oaxaca, con énfasis en los pilares acceso y control de los recursos, y consumo, centrado en los conocimientos, prácticas y percepciones de las mujeres de la comunidad, con el fin de fortalecer el reconocimiento de los quelites como recurso clave para la nutrición, la cultura local y la sostenibilidad alimentaria. Esto nos permitió cono-

cer la situación actual sobre los quelites: se contabilizaron 25 especies consumidas; las especies fueron silvestres, cultivadas o domesticadas y se consumen crudas, fritas, asadas o hervidas, según corresponda a la especie o gusto de cada persona.

Se pudo constatar que, a pesar de la presión del contexto socioeconómico global que conlleva a la disponibilidad de alimentos procesados e influencias para el consumo de alimentación rápida, las mujeres de la comunidad mantienen un control sobre el uso y la gestión de los recursos alimenticios; esto les otorga una agencia central en la soberanía alimentaria local.

Las mujeres mixtecas del estudio han creado nuevas recetas de quelites para seguir promocionando el consumo de este grupo de alimentos y han asociado la ingesta de estas plantas a una buena salud y una dieta equilibrada, pero no solo los comen por su valor nutrimental, también lo consumen por el valor emocional y social que les evoca. El sentimiento de pertenencia que les rememora el uso de los quelites concuerda plenamente con el término *biopsicosocial* que propone Bourges (2017), quien afirma que la alimentación es un proceso biopsicosocial, pues aporta a quien lo consume satisfacciones sensoriales, emocionales, intelectuales, culturales y sociales (Morales et al. 2013).

Posterior a la información recibida las mujeres aseguraron que gracias a los datos compartidos saben que deben consumir en más cantidades los quelites. No solo han replicado las recetas compartidas entre ellas, también se han atrevido a experimentar y probar nuevas recetas con los quelites, buscando de esta forma añadir con éxito los quelites en las dietas de los infantes. Esta nueva percepción está alineada con las afirmaciones de Castro (2014), quién asegura que, explorar el potencial de los quelites, nos permite desarrollar procesos de transformación para crear algo novedoso que sea atractivo y aceptable para el mundo.

El lugar donde la mayoría de las mujeres protagonistas de este proyecto aprendió sobre los quelites fue el espacio destinado a la cocina, y la cocina, a su vez, es elemental para la construcción cultural de la familia y de la comunidad (Santos et al.,

2019). La cocina es un espacio de construcción cultural de un sistema de conocimientos y de prácticas que dan sentido de pertenencia e identidad cultural. Los pueblos rurales e indígenas son los guardianes de ese importante conocimiento, sin embargo, después de este estudio, se considera que las verdaderas guardianas de la cocina tradicional son las mujeres, y que, por mucho tiempo, ese trabajo comunitario estuvo invisibilizado. No obstante, también el proyecto permitió identificar a una población de varones interesados en aprender y promocionar el consumo de estas especies (Santos et al., 2019).

Conclusiones

El papel de los quelites en la soberanía alimentaria de Zaragoza, Siniyuvi, Putla, Oaxaca, es altamente importante en diversos aspectos biosocioculturales y biculturales como la nutrición, la preservación de la cultura y la sostenibilidad local. El resultado del estudio muestra que las mujeres de la localidad son poseedoras y guardianas de los conocimientos, prácticas y percepciones que se relacionan con los quelites, desempeñando un papel clave en la recolección, siembra, preparación y consumo, y transmisión de saberes de los quelites de la localidad. El acceso a los quelites de Siniyuvi y su integración a la dieta semanal muestran la importancia de mantener sistemas alimentarios tradicionales basados en la biodisponibilidad local y la cultura ancestral.

Expuesto lo anterior, es importante resaltar el papel que desempeña la mujer

indígena en la vida comunitaria, esencial para la transmisión de los conocimientos y saberes, en este caso sobre los quelites, no solo a las nuevas generaciones, sino que a todo aquel que desee escuchar y aprender sobre la cultura milenaria de esta comunidad mixteca. Los quelites que ellas han aprendido a cocinar, recolectar y preservar son parte de una herencia del profundo conocimiento respecto a la estrecha relación que tienen con el medio natural en el que han coexistido. La riqueza cultural y ambiental de la comunidad es un recordatorio para preservar la sabiduría ancestral de los pueblos indígenas de nuestro estado; por tal razón, la soberanía alimentaria de las mujeres indígenas de Zaragoza, Siniyuvi, Putla, Oaxaca, que se ejerce con los conocimientos, prácticas y percepciones alrededor de los quelites, debe ser considerada como recurso clave para la nutrición, la cultura local y la sostenibilidad alimentaria.

Finalmente, se recomienda promover políticas públicas que identifiquen el valor de los quelites en la cultura alimentaria y promuevan la conservación de estos conocimientos, prácticas y saberes para crear verdadera soberanía alimentaria local.

Referencias bibliográficas

- Bartra, A. (2017). Lo que va de los abrojos a los quelites. *La Jornada del Campo*, (122).
- Boege, E., y Chan, G. V. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas (No. Sirsi) i97896803854). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Bourges, R. H y Vargas L.A. 18 de noviembre 2017. La cocina tradicional mexicana, los quelites y la salud. La jornada del campo. <https://www.jornada.com.mx/2017/11/18/cam-cocina.html>
- Castro-Lara, D. (2014). Revalorización, conservación y promoción de quelites una tarea conjunta. *Agro Productividad*, 7(1).
- Fals-Borda, O. (2009). La crisis, el compromiso y la ciencia. Bogotá, Colombia: Siglo del Hombre Editores; CLACSO.
- Geilfus, F. (2002). 80 herramientas para el desarrollo participativo. IICA.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.
- La Vía Campesina. (2021). Declaración Oficial de la Vía Campesina por los 25 años de la Lucha Colectiva por la Soberanía Alimentaria. Soberanía Alimentaria, un manifiesto por el futuro de nuestro planeta. https://viacampesina.org/1714396182083/wp-content/uploads/sites/3/2021/10/ES_Declaracion-25-anos-LVC-2021.pdf
- Linares, E., y Aguirre, J. (1992). Los que-

- lites, un tesoro culinario. UNAM e Instituto de Biología, México.
- Morales, J. Bourges, H. y Vázquez, N. (2013). La composición nutrimental de los quelites. Cuadernos de nutrición 36(1), 26-30.
- Ortega Cerdá, M., y Rivera-Ferre, M. G. (2010). Indicadores internacionales de Soberanía Alimentaria: nuevas herramientas para una nueva agricultura. *Revibec: revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, 14, 0053-77.
- Rodríguez, H. B., y Guadarrama, L. A. V. (2015). La cocina tradicional y la salud.
- Sahagún, Bernardino de. (1577-1582). *Códice florentino: Historia general de las cosas de la Nueva España. Libro 11: Las riquezas de la Tierra*. Prensa de la Universidad de Utah.
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Santiago-Saenz, Y. O., Hernández-Fuentes, A. D., López-Palestina, C. U., Garrido-Cauich, J. H., Alatorre-Cruz, J. M., y Monroy-Torres, R. (2019). Importancia nutricional y actividad biológica de los compuestos bioactivos de quelites consumidos en México. *Revista chilena de nutrición*, 46(5), 593-605.
- Santos Tanús, A., Aldasoro Maya, E. M., Rojas Serrano, C., & Morales, H. (2019). Especies alimenticias de recolección y cultura culinaria: Patrimonio biocultural de la comunidad popoloca Todos Santos Almolonga, Puebla, México. *Nova scientia*, 11(23).
- Taylor, S.J. y Bogdán, R. (1987). *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación*.
- Toledo, V. M., Barrera-Bassols, N., y Boege, E. (2019). *¿Qué es la diversidad biocultural? México: Universidad Nacional Autónoma de México*.

Las microalgas como soporte de la sustentabilidad: diseño de sedimentador¹

Santiago Martínez Lizbeth²

Resumen

El cultivo de microalgas es una fuente sostenible para la producción de biocombustibles, productos químicos, medicamentos y alimentos, pero uno de los mayores desafíos en su aplicación es la separación eficiente de las microalgas del medio de cultivo para su posterior procesamiento. Este proyecto se centró en el diseño de un sedimentador de microalgas eficiente, que optimiza la separación de microalgas mediante un proceso de sedimentación. El objetivo principal fue diseñar un sedimentador que permita la recuperación efectiva de las microalgas con bajo consumo energético, facilitando su posterior uso en diversos procesos industriales y ambientales. Para el diseño del sedimentador, se aplicó la metodología propuesta por Karl T. Ulrich en su libro *Diseño y Desarrollo de Productos*,

que incluyó revisión bibliográfica, diseño conceptual, experimentación y análisis de datos. Se emplearon herramientas de ingeniería industrial como QFD (*Quality Function Deployment*) y AMEF (Análisis Modal de Efectos de Falla) para garantizar un diseño funcional y eficiente. Los resultados mostraron que el sedimentador diseñado no solo proporciona una separación efectiva de las microalgas, sino que también optimiza el proceso de sedimentación, mejorando significativamente el rendimiento del cultivo de microalgas.

Este diseño tiene aplicaciones potenciales en la gestión sostenible de residuos, producción de bioproductos y biorremediación, contribuyendo a la sustentabilidad ambiental. La eficiencia energética del sedimentador también representa un avance que permite que el proceso de cultivo y separación de microalgas sea más accesible y rentable para su implementación en diversas industrias.

Palabras clave: microalgas, sedimentador, diseño.

¹ Escrito original, derivado del proyecto de investigación "Diseño y Manufactura de un sedimentador para la cosecha de microalgas" en (2024), como requisito para optar al título de ingeniero industrial de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

² Ingeniero industrial; estudiante de Maestría en Tecnología Avanzada de Manufactura en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, H.C. de Huajuapán de León, Oaxaca; E-mail: santiagolis57@gmail.com; ORCID (0009-0002-5192-9330).

Microalgae as support for sustainability: Settler design

Abstract

The cultivation of microalgae is a sustainable source for the production of biofuels, chemicals, medicines, and food, but one of the biggest challenges in its application is the efficient separation of microalgae from the culture medium for subsequent processing. This project focused on the design of an efficient microalgae sedimenter, which optimizes the separation of microalgae through a sedimentation process. The main objective was to design a sedimenter that allows the effective recovery of microalgae with low energy consumption, facilitating its subsequent use in various industrial and environmental processes. For the design of the sedimenter, the methodology proposed by Karl T. Ulrich in his book *Design and Development of Products* was applied, which included literature review, conceptual design, experimentation, and data analysis. Industrial engineering tools such as QFD (Quality Function Deployment) and FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) were used to ensure a functional and efficient design. The results showed that the designed sedimenter not only provides an effective separation of microalgae but also optimizes the sedimentation process, significantly improving the performance of microalgae cultivation. This design has potential applications in sustainable waste management, bioproduct production, and bioremediation, contributing to environmental sustainability. The energy effi-

ciency of the sedimenter also represents an advancement that allows the microalgae cultivation and separation process to be more accessible and cost-effective for implementation in various industries.

Keywords: microalgae, settler, design.

Introducción

Este tema tiene origen en un proyecto desarrollado por el Cuerpo Académico UTMIX-CA-37 “Ingeniería Industrial y Entorno” de la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM). El objetivo principal de este proyecto es la obtención de energías renovables y productos sustentables a partir de microalgas, buscando lograr una relación costo-beneficio adecuada. El estudio del cultivo y aprovechamiento de microalgas ha cobrado una gran relevancia en la actualidad, dado su potencial para generar productos de alto valor y energías renovables. En un contexto global donde la demanda de biocombustibles, productos farmacéuticos, alimentos funcionales y otros productos derivados de la biomasa está en constante aumento, las microalgas se posicionan como una fuente prometedora, debido a su capacidad de crecimiento rápido y su alta eficiencia en la conversión de CO² en biomasa. Sin embargo, uno de los principales desafíos que enfrenta la industria es la separación eficiente de las microalgas del medio de cultivo, lo que

representa el alto costo en el proceso de producción y limita su viabilidad a gran escala.

Por esta razón en este trabajo se describe el proceso del diseño de un sedimentador para microalgas, una solución que puede optimizar el proceso de separación de biomasa. El objetivo principal es desarrollar un sedimentador que permita una separación eficiente, minimizando el uso de energías no renovables y, al mismo tiempo, mejorar la relación costo-beneficio del cultivo de microalgas. La justificación de este estudio radica en la necesidad de soluciones innovadoras que mejoren la eficiencia operativa y reduzcan los costos asociados con el cultivo de microalgas, especialmente en el contexto de la transición hacia fuentes de energía más limpias y productos más sustentables. A través de la aplicación de la metodología de diseño de productos de Karl T. Ulrich, se busca desarrollar un prototipo viable, que no solo sea eficiente en términos de separación, sino también en cuanto a la utilización de materiales disponibles, como el PMMA (acrílico), y los recursos tecnológicos de la universidad.

Marco de referencia

Microalgas

Las microalgas son organismos fotosintéticos unicelulares existen más de 50.000 especies de microalgas, se dividen en función de su taxonomía (Fernández Linares et al., 2012). La concentración de microalgas es un paso importante en el proceso de

cultivo, existen diversos métodos de cosecha de biomasa microalgal como los métodos químicos conocidos como coagulación o floculación, los métodos biológicos entre los que se encuentra la biofloculación y los métodos físicos como lo son la sedimentación por gravedad, floculación, métodos basados en electricidad, filtración y centrifugación (Vielma Hernández, 2018). Cada uno de estos métodos presenta ventajas y desventajas, por lo que la selección del método más adecuado se basó tanto de las características del cultivo como de los requerimientos del producto final.

Biomasa microalgal y su potencial

Las microalgas muestran tener un gran potencial para abordar desafíos ambientales y de sostenibilidad debido a sus características únicas y su versatilidad en aplicaciones industriales y ecológicas. A continuación, se destacan algunas de las áreas en las que las microalgas han demostrado ser de gran utilidad:

Seguridad Alimentaria

Las microalgas son una fuente nutritiva rica en proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, además de ser una fuente de omega 3. Ofrecen una alternativa sostenible a las proteínas animales, con un menor impacto ambiental, y se pueden cultivar en condiciones adversas. Además, su rápida tasa de crecimiento las hace una fuente eficiente y constante de nutrientes, ideal para enfrentar desafíos relacionados con la escasez de alimentos y la desnutrición, especialmente en regiones vulnerables o

en situaciones de emergencia (Espinoza Escalante, 2017).

Biorremediación

Las microalgas son eficaces en biorremediación debido a su capacidad para absorber contaminantes como metales pesados y nutrientes en exceso lo que mejora la calidad del agua (Jácome-Pilco et al., 2021; Vela-García et al., 2019).

Generación de Biocombustibles

Las microalgas tienen un alto contenido de lípidos, que se pueden convertir en biocombustibles, pueden crecer en aguas no aptas para otros cultivos, lo que las convierte en una opción viable para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el cambio climático, contribuyendo a la transición energética hacia fuentes más limpias y menos contaminantes (Castillo et al., 2017; Fernández Linares et al., 2012).

Captura de Carbono

Durante el proceso de fotosíntesis, las microalgas absorben CO_2 y liberan oxígeno. Este proceso ayuda a reducir la concentración de CO_2 en la atmósfera, contribuyendo a la mitigación del cambio climático (Sandoval Herrera & Rubio Fernández, 2017).

Sedimentación por gravedad

La sedimentación por gravedad es un proceso en el que existe una suspensión

de partículas sólidas en un líquido. Inicialmente, las partículas sólidas están dispersas en todo el líquido. Con el paso del tiempo, las partículas más densas empiezan a moverse hacia el fondo del recipiente debido a su mayor peso, mientras que las partículas más ligeras permanecen suspendidas en el líquido. A medida que las partículas sedimentan, se forman dos regiones principales dentro del recipiente la primera zona se forma en la parte superior esta zona y esta se reconoce debido a que el líquido se vuelve cada vez más claro, ya que las partículas sólidas han descendido hacia el fondo, la segunda región comprende el fondo con los lodos, la cual se reconoce como una capa densa de sólidos, que aumenta conforme continúa el proceso. La velocidad de sedimentación depende del tamaño y la densidad de las partículas, el proceso de sedimentación continúa hasta alcanzar un equilibrio, en el que la mayoría de las partículas más pesadas se han depositado y el líquido se ha clarificado (Geankoplis, 1998; Green & Perry, 2008; McCabe & Smith, 2007).

Antecedentes

En el artículo “Evaluation of an Inclined Gravity Settler for Microalgae Harvesting” (Hou, 2011), se analiza el rendimiento de un sedimentador inclinado por gravedad para la recolección de microalgas, este se evalúa la eficiencia del sistema en la separación de las microalgas del medio de cultivo y su viabilidad como método de recolección. Los resultados obtenidos indican que este tipo de sedimentador logra una separación efectiva, con una notable eficiencia en la recolección y una tasa

significativa de sedimentación. Este sedimentador posee la capacidad de operar en una amplia gama de concentraciones de microalgas, lo que demuestra su versatilidad para adaptarse a distintas condiciones de cultivo. El estudio concluye que el sedimentador inclinado por gravedad es una opción viable y prometedora para la cosecha de microalgas, con implicaciones positivas para la industria y la investigación en la producción y procesamiento de microalgas para diversas aplicaciones industriales.

En la tesina titulada “Diseño y Construcción de un Sedimentador de alta tasa para la cosecha de biomasa microalgal, como parte del proceso de producción de biocombustibles” (Vielma Hernández, 2018), se propuso el diseño de un sedimentador de placas inclinadas de alta tasa. Este sedimentador tiene las características; altura de 1.3 m y una capacidad de 2 m³, fue construido utilizando materiales como PVC y acrílico, con un costo estimado de \$26,000 MXN. El diseño final alcanzó una velocidad de sedimentación de 1.89 m/día, lo que significa que los sólidos se desplazan verticalmente una distancia de 1.89 metros por día hacia el fondo del recipiente.

Ambos estudios representan un importante avance en el proceso de sedimentación, demostrando la efectividad de los sedimentadores. Sin embargo, para el diseño de un sedimentador eficiente para el grupo UTMIX-CA-37, es crucial tener en cuenta una serie de características que aseguren que el sistema será adecuado para el propósito deseado. Factores como la se-

lección adecuada de materiales, la relación de aspecto del sedimentador y la velocidad de sedimentación. La correcta integración de todos estos elementos garantizará que el diseño del sedimentador no solo sea eficiente en términos de separación, sino también viable y sostenible a largo plazo.

Metodología

Para el diseño del sedimentador se siguió la metodología propuesta en el libro “Diseño y desarrollo de productos” (Ulrich & Eppinger, 2013), el cual abarca fases que van desde la planeación del producto y la manufactura de un prototipo, para este proyecto únicamente se llegó hasta la fase 4. Pruebas y refinamiento.

Figura 6. Fases de la metodología



Fuente: Ulrich & Eppinger (2013).

Dentro de estas fases se realizaron los siguientes puntos:

Fase 0. Planeación.

Las restricciones para el diseño del sedimentador es que debe ser manufacturado con máquinas existentes dentro de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, el material principal del sedimentador debe ser acrílico y además el diseño de este sedi-

mentador debe cumplir los requerimientos solicitados por el grupo académico UTMIX-CA-37 y profesores-investigadores que colaboran en el proyecto.

Fase 1. Desarrollo del concepto

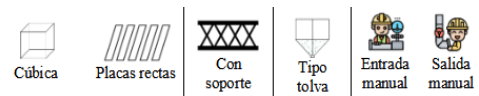
Se realizaron encuestas digitales enviadas por correo electrónico a cada uno de los integrantes del UTMIX-CA-37. Las necesidades de los usuarios identificadas deben ser interpretadas a términos que el producto tiene que hacer lo cual se conoce como “voz del ingeniero” estos se presentan a continuación:

- Que el sedimentador sea de tamaño reducido debido a la limitación de espacio disponible.
- Que durante la puesta en marcha y operación el sedimentador se garantice la inocuidad de la biomasa.
- Que el sedimentador cuente con una facilidad de mantenimiento.
- Que la huella de carbono del sedimentador debe ser mínima.
- Que el agua utilizada pueda ser reutilizada.
- Que el tiempo de cosecha sea corto para evitar que la vida de las microalgas se vea afectada.
- Que en el diseño se considere el escalamiento del sedimentador.
- Que sea fácil de ensamblar.
- Que el sedimentador sea capaz de procesar toda la biomasa producida (dependiendo del lote).
- Que no se haga uso de energía proveniente de fuentes no renovables.
- Que considere las normativas vigentes y aplicables.

Como siguiente paso se identifican productos competitivos que realicen la misma función o trabajos similares al producto a desarrollar, para esto se tomaron los productos revisados en la literatura previamente y se realizó una comparación con el que se busca desarrollar la comparación se hizo con base a los requerimientos anteriores y esto se visualiza en el QFD en su primera fase.

Una vez revisando los productos ya existentes se desarrollan los conceptos de diseño, para ello se realizó una tabla en la que se presentaron diferentes propuestas para cada uno de los componentes y se realizaron combinaciones entre estos, se descartaron todas aquellas combinaciones que no eran factibles o no se alineaban a las características de diseño que se buscaba. Finalmente se eligió la combinación número 9 de un total de 13 conceptos viables que se tenían, este mostro cumplir y alinearse a los requerimientos solicitados por el cliente, el concepto de diseño se muestra en la Figura 2.

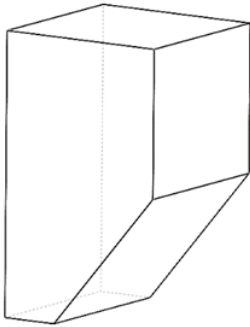
Figura 7. Concepto de diseño elegido



Fase 2. Diseño en el nivel del sistema

Basándose en la sección de la fase anterior se realizó una vista preliminar del tanque del sedimentador. Esta vista es solo una representación (adimensional), los elementos que componen el sedimentador serán detallados en la siguiente etapa.

Figura 8. Disposición geométrica aproximada del tanque de sedimentación



En esta fase también se realiza una descripción de los sistemas y subsistemas del funcionamiento para identificar los componentes clave necesarios en el diseño

Fase 3. Diseño a detalle

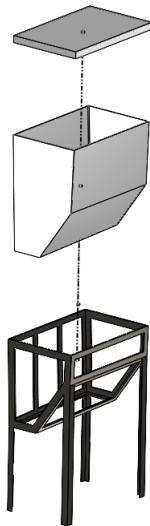
En esta fase se describen los materiales, la geometría y las dimensiones de todos los componentes que constituyen el sedimentador incluyendo todas aquellas piezas que sean compradas. El producto final de esta fase son los planos constructivos del prototipo.

Dimensionamiento

Para el dimensionamiento se realizaron dos experimentos para medir la velocidad de las microalgas, de uno se obtuvo la velocidad de las microalgas que descienden con mayor facilidad y el otro de las que quedaban suspendidas (las más lentas) de estos experimentos se consideró el valor de 0.4011 cm/hora para los cálculos debido a que al ser la velocidad de las microalgas más lentas asegura una mayor recolección de células. El dimensionamiento se basa en el tiempo de retención y la velocidad de sedimentación, considerando factores como el tamaño de las partículas y la viscosidad del medio. Se eligió una altura de 30 cm para el sedimentador, pues una altura mayor generaría tiempos de retención superiores a tres días, lo cual no es adecuado para el proceso. Además, se determinó que el volumen del sedimentador debía ser de 30 litros, lo que facilita el movimiento y la manipulación del equipo. El área mínima necesaria para el sedimentador se calculó a partir de las dimensiones y el volumen, siendo de 0.100 m². Finalmente, se seleccionaron las dimensiones del sedimentador (40 cm de largo, 25 cm de ancho y 30 cm de altura), con un volumen máximo de sedimentación de 30 litros, para garantizar una eficiencia adecuada y facilidad de manejo.

El diseño final se muestra en la Figura 4, esta muestra la vista explosionada del sedimentador, es decir se muestran todos los componentes que forman parte del diseño.

Figura 9. Vista explosionada del sedimentador



Simulación

Una vez definidas las dimensiones del sedimentador, se realizó una simulación de la presión hidrostática a la que estarían sometidas las placas de acrílico utilizando el complemento “Simulation” de Solid-Works® 2021, versión estudiante. En el análisis, se observó que las tensiones se concentran principalmente en el fondo del sedimentador, lo que indica que esta es la zona crítica a la que se debe prestar mayor atención este fue un precedente para la manufactura del tanque a partir de una sola placa de acrílico. Además, los resultados de los desplazamientos mostraron un valor máximo de 24.3 cm, lo que resalta la necesidad de incorporar refuerzos en las placas para minimizar o evitar estos desplazamientos. Esto contribuye a mejorar la estabilidad y la eficiencia del sedimentador a lo largo del tiempo.

Manufactura

El sedimentador fue manufacturado utilizando placas de acrílico. De acuerdo con los resultados obtenidos previamente, se optó por manufactura a partir de una placa de acrílico, integrando tanto las paredes laterales como la base, con el fin de evitar posibles fugas y simplificar el proceso. Las uniones entre las paredes restantes se fijaron con pegamento tipo cemento para acrílico. El soporte fue realizado mediante cortes y soldaduras de las partes necesarias, y finalmente se aplicó un recubrimiento. En la Figura 5 se muestra el sedimentador.

Figura 10. Vista final del sedimentador



Fase 4. Pruebas y refinamiento

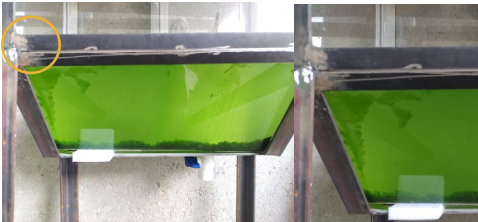
En esta fase se realizan las pruebas de desempeño general, en caso de ser necesario implementar cambios de diseño y refinar procesos de manufactura y ensamblaje. Se realizaron pruebas de resistencia hidrostática y de fugas en el sedimentador, fabricado con PMMA de 3 mm. También

se evaluó la estabilidad del soporte con el tanque lleno de agua. Para ello, el sedimentador se llenó hasta la altura estipulada y se observó durante 12 horas. Durante los primeros minutos, se detectó un pequeño goteo en la llave de salida, el cual se solucionó al apretar correctamente la llave, lo que detuvo la fuga. Posterior a esto no se detectaron más fugas ni fracturas en el sedimentador.

Resultados

Para la recolección de datos se colocó un cultivo de 10 litros provenientes de FBR (fotobiorreactor) dentro del sedimentador, este lote fue monitoreado durante el tiempo de sedimentación y se midió la altura de los lodos a través del tiempo. Durante el periodo de sedimentación se observó que en las dos primeras horas las microalgas se acumularon en la pared con inclinación de 55°, esto ocurrió a lo largo de la sedimentación, las microalgas se acumulaban sobre la pared y descendieron por su propio peso.

Figura 11. Acumulación de microalgas en la pared



Finalmente, pasado el periodo de sedimentación se realizó un conteo con la

cámara de Newbauer de una muestra con concentración inicial (antes del proceso de sedimentación) lo cual puede observarse en la Tabla 1 y con concentración final (posterior al proceso), el cual se detalla en la Tabla 2.

Tabla 11. Conteo de la concentración inicial: Media, desviación estándar y coeficiente de variación

Concentración	
Media	4 x10-3
Desviación estándar	2.1 x10-4
Coeficiente de variación	5.2 %

Fuente: Datos tomados de: “Diseño y Manufactura de un sedimentador para la cosecha de microalgas” (2024).

Tabla 12. Conteo de la concentración final: Media, desviación estándar y coeficiente de variación

Concentración	
Media	6.2 x10-3
Desviación estándar	6.8 x10-5
Coeficiente de variación	1.1%

Fuente: Datos tomados de: “Diseño y Manufactura de un sedimentador para la cosecha de microalgas” (2024).

Otra prueba realizada fue la de peso seco esta se llevó a cabo con dos muestras, una con concentración inicial y la otra con una concentración final, posterior al proceso de sedimentación. Esta prueba consistió en colocar 3 muestras de cada concentración dentro de la estufa por 3 horas a 105 °C, previo a este proceso se pesaron los recipientes con y sin muestra al inicio y final del proceso. De esta prueba se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 13. Peso seco de la concentración inicial: Media, desviación estándar y coeficiente de variación

Concentración	
Media	4 x10-3
Desviación estándar	2.1 x10-4
Coeficiente de variación	5.2 %

Fuente: Datos tomados de: “Diseño y Manufactura de un sedimentador para la cosecha de microalgas” (2024).

Tabla 14. Peso seco de la concentración inicial: Media, desviación estándar y coeficiente de variación

Concentración	
Media	6.2 x10-3
Desviación estándar	6.8 x10-5
Coeficiente de variación	1.1%

Fuente: Datos tomados de: “Diseño y Manufactura de un sedimentador para la cosecha de microalgas” (2024).

Conclusiones

El diseño del sedimentador de microalgas ha demostrado ser eficiente para el tratamiento y recuperación de microalgas en un lote de 10 litros, con una capacidad máxima de 21 litros. No se presentaron fugas durante las pruebas realizadas, debido a su manufactura apartir de en una sola placa de acrílico, lo que garantiza la integridad y el funcionamiento seguro del sistema.

En términos de rendimiento, el conteo celular realizado con la cámara de Neubauer mostró una concentración final de 1.05×10^7 células/ml, lo que representa un

incremento de 7.4 veces respecto a la concentración inicial. Además, la muestra final de microalgas mostró un aumento de 1.5 veces en el peso seco en comparación con la muestra inicial. Sin embargo, la variación en el peso seco no es proporcional a la densidad, debido a la heterogeneidad del cultivo, ya que las microalgas no presentan un tamaño, edad o forma uniforme.

El funcionamiento del sedimentador no requiere el uso de energía proveniente de fuentes no renovables, lo que hace de este sistema una solución energéticamente eficiente y sostenible. Además, al no utilizar flocculantes químicos, el sistema permite la reutilización del agua residual sin impactos negativos en el medio ambiente.

El diseño de las paredes inclinadas resultó ser particularmente eficiente, ya que en un inicio permiten la acumulación de sólidos, los cuales caen por su propio peso, facilitando un proceso de sedimentación natural y efectivo.

Este sedimentador no solo optimiza el proceso de separación de microalgas, sino que también ofrece beneficios importantes en términos de sustentabilidad ambiental y eficiencia operativa, lo que lo convierte en una alternativa prometedora para mejorar la producción y reducir el impacto ambiental en la región. Su implementación puede contribuir a la gestión responsable de residuos, promoviendo procesos más limpios y accesibles para diversas aplicaciones industriales.

Referencias bibliográficas

- Castillo, O. S., Torres-Badajoz, S. G., Núñez-Colín, C. A., Peña-Caballero, V., Herrera Méndez, C. H., & Rodríguez-Núñez, J. R. (2017). Producción de biodiésel a partir de microalgas: avances y perspectivas biotecnológicas. *Hidrobiológica*, 27(3), 337–352.
- Espinoza Escalante, F. M. (2017). Microalgas en la alimentación ¿Suplementos novedosos o reinventados? *Ciencia-comunicaciones libres*, 68.
- Fernández Linares, L. C., Montiel Montoya, J., Millán Oropeza, A., & Badillo Corona, J. A. (2012). Producción de biocombustibles a partir de microalgas. *Ra Ximhai*, 8(3), 101–115.
- Geankoplis, C. J. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias* (3a ed.). CEC-SA.
- Green, D. w., & Perry, R. H. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (McGraw Hill, Ed.; 8a ed.). <https://doi.org/10.1036/0071422943>
- Hou, J. (2011). Algae Suspension Dewatering with an Inclined Gravity Settler [Tesis de posgrado, Cleveland State University]. En *Department of chemical and biomedical engineering*. <https://engaged-scholarship.csuohio.edu/etdarchive>
- Jácome-Pilco, C., Ballesteros, C., Rea, E., & Rea Cayambe, L. M. (2021). Microalgas en el tratamiento de aguas residuales generadas en industrias de curtiebres. *Ciencia y Tecnología*, 14(2), 47–55. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.502>
- McCabe, W. L., & Smith, J. C. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química* (7a ed.). McGraw-Hill. www.FreeLibros.org
- Sandoval Herrera, J., & Rubio Fernández, D. (2017). Uso potencial de microalgas para mitigar los efectos de las emisiones de dióxido de carbono. *Revista de investigación*, 10(2), 153–164. <http://orcid.org/0000-0001-8957->
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (MC GRAW HILL, Ed.; 5a ed.).
- Vela-García, N., Guamán-Burneo, M. C., & González-Romero, N. P. (2019). Efficient bioremediation from metallurgical effluents through the use of microalgae isolated from the amazonic and highlands of Ecuador. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 35(4), 917–929. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.11>
- Vielma Hernández, E. (2018). *Diseño y Construcción de un sedimentador de alta tasa para la cosecha de biomasa microalgal, como parte del proceso de producción de biocombustibles*. [Facultad de ingeniería]. UNAM.

Programa de Campo Limpio como estrategia para reducir impactos al medio ambiente y la salud: experiencia en el Ingenio Pujiltilic, Chiapas, México

Evangelina Jasso Romero¹; Ada Alejandra Gómez Guzmán²; Imelda Rosana Cih Dzul³; Arturo Moreno Hernández⁴

Resumen

La estrategia Campo Limpio está orientada a promover una gestión adecuada de los envases de agroquímicos y materiales afines en el sector agrícola, con especial atención a los ingenios azucareros. Este estudio se enfoca en analizar la implementación de esta estrategia en un ingenio azucarero ubicado en el Estado de Chiapas, México. Se utilizó una metodología que combina entrevistas a expertos en la

materia, observación directa de las acciones realizadas en el ingenio y un registro detallado de las actividades llevadas a cabo en el marco del programa. Se busca comprender las experiencias asociadas a su implementación y los resultados obtenidos tras un año y medio de operación. Los resultados muestran que, a pesar de contar con menos de dos años de funcionamiento, el programa Campo Limpio, recicló un total de 1,128 kilogramos de residuos de envases de agroquímicos. Durante el año 2024, se recolectaron 104 kilogramos, clasificados en tres categorías principales: tapas, cartón y bolsas. En conclusión, el estudio confirma la importancia del programa Campo Limpio como una herramienta clave para la gestión de desechos y residuos tóxicos que representan un riesgo tanto para la salud humana como para el medio ambiente, se enfatiza la relevancia de fortalecer la difusión y la capacitación en torno al mismo, así como de extender su implementación a otros ingenios azucareros y cultivos en la región con el fin de maximizar sus beneficios y proteger la salud humana y el medio ambiente.

Palabras clave: protección ambiental, gestión de residuos tóxicos, productores de caña.

1 Lic. en Administración de Empresas. Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje. Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos. Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Profesora Investigadora Asociado B. UDG-CA- 908 Economía y Gestión Empresarial, Autlán de Navarro, Jalisco, México. E-mail: evangelina.jasso@academicos.udg.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2079-7486>

2 Lic. en Administración. Maestría en Administración y Gestión Regional. Doctorado en Gestión y Negocios. Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Profesora Docente. Autlán de Navarro, Jalisco, México. E-mail: ada.gomez@academicos.udg.mx; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0077-6514>

3 Lic. en Economía Agrícola. Maestría en Economía Agrícola. Doctorado en Estrategias de Desarrollo Agrícola Regional. Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Profesora Investigadora Titular B. UDG-CA- 908 Economía y Gestión Empresarial. Autlán de Navarro, Jalisco, México. E-mail: imelda.cih@academicos.udg.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4587-9413>

4 Ingeniero Agrónomo, especialista en Economía Agrícola. Maestría en Economía Agrícola. Doctorado en Estrategias de Desarrollo Agrícola Regional. Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Profesor Investigadora Titular C. UDG-CA- 908 Economía y Gestión Empresarial. Autlán de Navarro, Jalisco, México. E-mail: arturo.mhernandez@academicos.udg.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1231-5558>

Campo Limpio Program as a strategy to reduce impacts on the environment and health: experience at Ingenio Pujiltilic, Chiapas, Mexico

Abstract

The Campo Limpio strategy is aimed at promoting the proper management of agrochemical containers and related materials in the agricultural sector, with special attention to sugar mills. This study focuses on analyzing the implementation of this strategy in a sugar mill located in the state of Chiapas, Mexico. A methodology was used that combines interviews with experts in the field, direct observation of the actions carried out in the mill and a detailed record of the activities carried out within the framework of the program. The aim is to understand the experiences associated with its implementation and the results obtained after a year and a half of operation. The results show that, despite less than two years of operation, the Campo Limpio program recycled a total of 1,128 kilograms of agrochemical container waste. During 2024, 104 kilograms were collected, classified into three main categories: lids, cardboard and bags. In conclusion, the study confirms the importance of the Campo Limpio program as a key tool for managing waste and toxic residues that pose a risk to both human health and the environment, and emphasizes the importance of strengthening its dissemination and training, as well as extending its

implementation to other sugar mills and crops in the region in order to maximize its benefits and protect human health and the environment.

Keywords: Environmental protection, toxic waste management, cane producers.

Introducción

El crecimiento de la población, la demanda de alimentos y el creciente interés por incrementar la producción de alimentos ha conllevado a los productores a la aplicación de un uso desmedido de agroquímicos para incrementar el rendimiento de sus cultivos. En ese afán de producción también se lleva emparejado un descontrol en el uso y mal manejo de envases vacíos que ocasiona daños en la salud para quien los utiliza en campo, la fauna y los ecosistemas involucrados. De acuerdo con Pelosi *et al.*, (2017), existe una gran cantidad de agroquímicos altamente tóxicos que permanecen dispersos en el medio ambiente debido a sus características de alta persistencia, degradación y alta estabilidad química. Por lo que cobra importancia, conocer y reducir los riesgos en la salud humana y al medio ambiente.

Diversos estudios se han llevado a cabo para determinar el grado de intervención y afectación en la salud de productores y quienes tienen contacto con dichos productos, ocasionado por el desconocimiento del uso de los envases desechados, grado de peligrosidad de los residuos y mal manejo de los agroquímicos, resultando consecuencias en su salud. Por su parte, Polanco Rodríguez *et al.*, (2019), coinciden en la importancia de establecer programas oficiales por parte del gobierno sobre agricultura sustentable y prevención de enfermedades como el cáncer. Así como proponer alternativas sostenibles para la agricultura con fundamentos agroecológicos, sistemas agroforestales y establecer un sistema de monitoreo de la calidad del agua a nivel estatal y la aplicación de la legislación ambiental y de salud por el uso de agroquímicos cancerígenos prohibidos en los estándares internacionales.

A nivel internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015) ha establecido códigos y normas para el buen manejo de agroquímicos con la finalidad de proteger a los usuarios, consumidores y medio ambiente. El Código Internacional de Conducta para el Manejo de Plaguicidas, constituye un marco voluntario sobre gestión de plaguicidas para todas las entidades públicas y privadas que intervienen en la producción, regulación y gestión de plaguicidas o tienen relación con estas actividades, cuenta con el apoyo de asociaciones de fabricantes de plaguicidas y organizaciones de la sociedad civil. Además, contribuye a reforzar la capacidad

de los países en desarrollo para regular y evaluar los plaguicidas comercializados y utilizados en sus territorios y para aplicar controles eficaces sobre ellos. Dicho código establece el compromiso de diferentes instituciones relacionadas a la aplicación y control de plaguicidas con la finalidad de adoptar medidas y conciencia que disminuya los efectos nocivos de quienes aplican dichos productos.

En México, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SADER, 2019), menciona que el uso desmedido e inadecuado de plaguicidas provoca daños en el ambiente debido a sus características tóxicas, provocando contaminación del suelo, aire, agua y mantos freáticos, provocando modificaciones a los ecosistemas y daños a la flora y fauna silvestre. De acuerdo al marco jurídico establecido por dicha secretaría, diversas dependencias están involucradas con la reglamentación de la producción, distribución y utilización de los plaguicidas. Instituciones como la Secretaría de Salud (SSA), la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), la Secretaría del Medio Ambiente (SEMARNAT) y el Servicio de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), establecen y dan fundamento a las atribuciones en materia de plaguicidas al uso agrícola, como es la Ley Federal de Sanidad Vegetal y su Reglamento.

Lo anterior no ha sido suficiente, por lo que han surgido Organizaciones sociales que participan en la protección de los usuarios y medio ambiente, para dar una

correcta disposición a los envases vacíos de agroquímicos y afines. El caso de Amocali, A.C., una Asociación civil en México que a través del programa “Campo limpio” fue creado por los fabricantes de productos para la protección de cultivos con el objetivo de dar una correcta disposición y finalidad a los envases vacíos de agroquímicos generados por la industria asociada. Representada por 38 empresas formuladoras, 14 distribuidoras e importadoras y 1 maquiladora. Se integran constantemente a la asociación, empresas afiliadas como: controladoras de plagas, Ingenios azucareros, agroindustrias entre otros, etc. quienes suman esfuerzos para dar un destino final a envases vacíos de agroquímicos y afines (Campo limpio Amocali A.C, 2025).

Es importante recalcar la imperante necesidad de establecer conciencia para que distintas instituciones como: Universidades, comercializadores, industriales, productores e instituciones relacionadas se organicen para la búsqueda de estrategias que minimicen el uso y control de agroquímicos y realicen el buen manejo de envases y residuos al final de su uso. La presente investigación tiene como objetivo conocer la importancia de un buen manejo de los residuos agrícolas, conocer la percepción y experiencias de un ingenio azucarero que ha impulsado una estrategia de implementación del programa de campo limpio entre los productores del cultivo de caña de azúcar en el estado de Chiapas, quienes han optado por la implementación de estas medidas. En ese contexto se analiza y discute los resultados que después de año y medio de su implementación se ha

obtenido con la gestión de la empresa y la participación de los productores que participan en dicho programa.

Marco de referencia

Los agroquímicos son sustancias orgánicas o inorgánicas utilizadas en las actividades agrícolas para favorecer y mejorar los cultivos e incrementar la producción, empleo que se incrementó debido a la demanda mundial por alimentos (Guzmán-Plazola et al., 2016). El término plaguicida comprende diferentes productos que tienen como fin específico destruir o controlar plagas y enfermedades, de acuerdo con su función se clasifican en herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas (Ongley, 1997).

El uso de insumos químicos para el control de plagas en los sistemas de agricultura provoca importantes costos ambientales al disminuir la fauna benéfica y la pérdida de diversidad biológica (Altieri, 1994); y produce efectos indeseables en la salud humana (FAO, 2007) como la intoxicación de agricultores y habitantes en general. El uso de químicos sintéticos en la agricultura sea insecticidas, herbicidas, fungicidas o fertilizantes es intensivo y no siempre es eficiente, con lo que se acentúa el problema de contaminación del agua, del suelo y del aire, y se pueden generar residuos potencialmente dañinos en la comida que se consume (Gliessman, 2004).

La agricultura se considera sustentable cuando el agricultor lleva a cabo activida-

des que le permiten reducir o eliminar el uso de insumos químicos sintéticos y externos para aprovechar el potencial biológico de los recursos naturales (Dumanski, 1997). En esta época y para los sistemas de producción comerciales es un reto muy complicado.

El uso de los agroquímicos se remonta a principios del siglo XX, cuando se comenzaron a desarrollar productos químicos para mejorar la producción agrícola. En sus inicios (1900-1940), uno de los primeros pesticidas fue el DDT, introducido en la década de 1940, que se utilizó ampliamente para combatir plagas en cultivos y en la salud pública, como el combate de la malaria. La época de la Revolución Verde, (1950-1970) trajo consigo un aumento significativo en el uso de agroquímicos, junto con nuevas variedades de cultivos y técnicas de riego. Se buscaba aumentar la producción de alimentos para satisfacer la creciente demanda mundial. Sin embargo, este aumento en el uso de químicos también comenzó a generar preocupaciones sobre sus efectos en el medio ambiente y la salud humana.

El periodo de Conciencia Ambiental (1970-1990) se presenta a medida que se documentaban los efectos negativos de los agroquímicos, como la contaminación del agua y la degradación del suelo, surgieron movimientos ambientalistas. En 1962, el libro "Primavera Silenciosa" de Rachel Carson alertó sobre los peligros del DDT y otros pesticidas, lo que llevó a un mayor escrutinio y regulación de estos productos (Departamento de Estado de Estados

Unidos Oficina de Programas de Información Internacional, 2006). La Regulación y Alternativas (1990-presente) se da como respuesta a los problemas ambientales, muchos países comenzaron a implementar regulaciones más estrictas sobre el uso de agroquímicos. Se promovieron prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura orgánica y el uso de biopesticidas, que buscan reducir la dependencia de productos químicos sintéticos.

De forma general se presentan problemas ambientales asociados con los agroquímicos como lo es la Contaminación del Agua, estos pueden filtrarse en cuerpos de agua, afectando la calidad del agua potable y dañando ecosistemas acuáticos. Esto puede llevar a la eutrofización, un proceso que causa el crecimiento excesivo de algas y la muerte de peces. También se ha demostrado que existe degradación del suelo, a través del uso excesivo de fertilizantes puede alterar la composición del suelo, reduciendo su fertilidad a largo plazo y afectando la biodiversidad microbiana esencial para la salud del ecosistema.

Se presenta la Resistencia de Plagas, lo que resulta en la necesidad de aplicar químicos más fuertes o en mayores cantidades, creando un ciclo perjudicial. Por supuesto, se ve reflejado en impactos negativos en la salud humana, la exposición a agroquímicos se ha relacionado con problemas de salud, incluyendo enfermedades respiratorias, trastornos hormonales y ciertos tipos de cáncer. La pérdida de biodiversidad, el uso de agroquímicos afecta a organismos no objetivo, incluyendo polini-

zadores como las abejas, y contribuye a la pérdida de hábitats naturales.

La transición hacia prácticas más sostenibles es crucial para mitigar estos efectos y proteger tanto el medio ambiente como la salud de las personas, para lograr el objetivo es necesario reducir el uso de los agroquímicos, sin embargo, a nivel global y en México siguen utilizándose de manera indiscriminada. Una manera de minimizar el riesgo es recolectar los envases para que no sigan causando daños a otros ecosistemas o comunidades humanas y animales.

En México, la recolección y disposición de envases de agroquímicos está regulada por diversas leyes y normas que buscan proteger el medio ambiente y la salud pública, las más importantes son:

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2024). Esta ley establece las bases para la protección del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales. Incluye disposiciones sobre la gestión de residuos, en los artículos 120, 134 y 135 explica sobre la prevención de contaminantes de suelo y agua el artículo 151 explica que la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera.

La Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (2006) establece los criterios para la identificación de los residuos peligrosos, incluyendo la producción de agroquímicos. Define los

procedimientos para su manejo, almacenamiento y disposición final.

La Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 (2013), regula la gestión de los residuos peligrosos, incluyendo los envases de agroquímicos. Establece las obligaciones de los generadores de residuos y los procedimientos para su recolección y disposición se complementa con el artículo 31 de la Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos (2015).

El Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Productos y Servicios (2004). Este reglamento incluye disposiciones sobre la regulación de productos químicos y su manejo, lo que también se aplica a los agroquímicos y sus envases.

En México existen las leyes y las normas, pero lo más importante es que se cumplan, en la actualidad se prohibió el uso de glifosato (1 abril de 2024) en los campos de México, la realidad es que se sigue comercializando a pesar del decreto. No se requieren más leyes, solo que se cumplan las que están vigentes.

Metodología

La presente investigación utiliza una metodología analítica, descriptiva y de corte transversal, basada en registros y datos estadísticos recopilados del Ingenio San Francisco Pujilic, localizado en el estado de Chiapas, México. Este trabajo represen-

ta un esfuerzo conjunto con productores de caña de azúcar que abastecen al ingenio operado por la Compañía Azucarera La Fe, S.A. de C.V., en el marco del Programa de Estrategia de Campo Limpio. Las actividades de recolección incluyen comunidades como La Antigua Casa del Agua y Zacualpa, así como ejidos como Ixtapilla, Belisario Domínguez, Yalpalé, San Antonio, El Limón y Chihuahua, distribuidos en los municipios de Venustiano Carranza, Villa de las Rosas y Socoltenango. Asimismo, se incluyeron otros puntos de recolección, como el Módulo de Riego de Socoltenango y la bodega del mismo ingenio, considerados también dentro del programa implementado.

El presente trabajo considera información recopilada en campo durante los ciclos productivos de 2023 y 2024, enfocándose en las localidades y ejidos participantes. Estos datos evidencian la participación activa de 7 de las 9 zonas integradas en la región cañera, permitiendo resaltar el alcance territorial del estudio. Para recopilar información y realizar el análisis documental, se llevó a cabo una entrevista con el superintendente del Ingenio de la Compañía La Fe, responsable e impulsor del Programa de Campo Limpio. Este ejercicio permitió obtener datos clave sobre la implementación y el desarrollo del programa. Posteriormente, mediante un análisis descriptivo, se identificaron los principales avances logrados, así como las oportunidades de mejora en la región de estudio, lo que aporta insumos significativos para fortalecer futuras estrategias en la gestión del programa.

Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la presente investigación, se emplearon técnicas cualitativas y cuantitativas con el objetivo de destacar la relevancia del manejo adecuado de residuos agrícolas y evaluar el impacto de la implementación de la estrategia de Campo Limpio en la zona de abastecimiento de un ingenio azucarero ubicado en el estado de Chiapas, México. A continuación, se presentan los aspectos metodológicos principales que respaldan el enfoque del estudio, proporcionando una base sólida para el análisis de resultados y conclusiones.

Es una investigación descriptiva, de enfoque mixto, que muestra los pasos de la implementación de una estrategia de mejora en el manejo de los residuos agrícolas y propone establecer un proceso documentado que permita su replicación en organizaciones similares (Vara, 2015). Se fundamenta en la revisión bibliográfica, criterios de expertos, entrevistas a profundidad y observación directa de la puesta en marcha del Programa Campo Limpio.

Entre las técnicas de recolección de información utilizadas se encuentran las entrevistas no estructuradas, que permiten mayor flexibilidad para profundizar en temas relevantes de acuerdo con la conversación, perspectivas y detalles sobre la implementación de la estrategia Campo Limpio (Díaz-Bravo et al. 2013). Además, se realizó observación directa durante el arranque de la implementación de Campo Limpio en el ingenio azucarero. Esta técnica permitió obtener información sobre el

proceso real, sus prácticas efectivas y áreas de mejora (Guzmán, 2019).

Se registraron las acciones realizadas, los detalles de las capacitaciones impartidas, las actas de reuniones con los participantes clave, las observaciones de las demostraciones prácticas y la información necesaria para la operación de los centros de acopio primario y temporal. Todo esto se recopiló con el propósito de documentar la estrategia, identificar los aprendizajes obtenidos y los retos por afrontar, con el fin de consolidar el programa y posicionarlo como un modelo de referencia futura para otros ingenios azucareros.

Funcionamiento del Programa Campo Limpio

Para comprender adecuadamente el Programa de Campo Limpio, es fundamental identificar cinco términos esenciales para su implementación exitosa. El primer término es usuario final, que se refiere a las personas que adquieren agroquímicos y productos relacionados para utilizarlos en sus cultivos. Posteriormente, estas personas generan una considerable cantidad de envases vacíos como desechos. Reconocer el rol del usuario final es crucial para estructurar estrategias efectivas de recolección y disposición adecuada de dichos residuos, asegurando así el cumplimiento de los objetivos del programa.

En segundo lugar, se tiene los *envases vacíos*, que son los empaques, envases y embalajes de agroquímicos que se utilizan

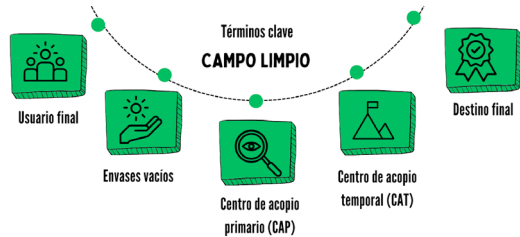
en los cultivos y que pueden ser de diferentes materiales. Los que son de plástico y metálicos, que no pierden su forma al estar vacíos, deben lavarse. En cambio, los aluminizados o flexibles no es necesario lavarlos.

Otro término importante es el de *Centro de acopio primario*, que son espacios con contenedores con ciertas características de seguridad para depositar envases vacíos de agroquímicos y afines. Pueden ser bodegas, tambos de 200 litros, jaulas, casetas, entre otros. Se les considera como microgeneradores de residuos peligrosos por lo que deben registrarse en el Plan de Manejo Campo Limpio.

El cuarto término es el *Centro de acopio temporal*, entendido como los espacios físicos, como naves tipo industrial, donde se separan y acondicionan los envases vacíos lavables y no lavables para reducir su volumen a través de la compactación y el triturado. Deben ubicarse a cinco kilómetros de los centros de población para mayor seguridad de las personas.

Por último, en el lugar cinco, está el término de *Destino final*, que es el final del proceso de manejo de envases vacíos, se encuentran en un sitio donde se realiza un manejo integral. Puede ser de reciclado, incineración controlada o de co-procesamiento o fundición. Con lo que se busca una eficiencia ambiental para el manejo de residuos. (Campo limpio Amocali, 2025). Lo anterior se resume en la figura 1.

Figura 1. Conceptos Básicos de la Estrategia Campo Limpio



Fuente: elaboración propia con información de Campo limpio (Amocali A.C, 2025).

Este Programa cuenta también con diversos aliados como son el gobierno, las universidades, los afiliados y los asociados. El gobierno brinda apoyo para la creación de políticas que permitan la gestión correcta de envases vacíos, en tanto que las universidades brindan investigación y diseño de prácticas mejoradas para su aplicación. Los afiliados y asociados incluyen a las

empresas distribuidoras de agroquímicos y afines, así como a diversas organizaciones agrícolas, quienes promueven que los agricultores participen de manera activa en este tipo de actividades de manejo de residuos sólidos (CropLife Latin América, 2024). De esta forma, todos contribuyen en el logro de los objetivos del Programa Campo Limpio (Figura 2).

Figura 2. Aliados del Programa Campo Limpio



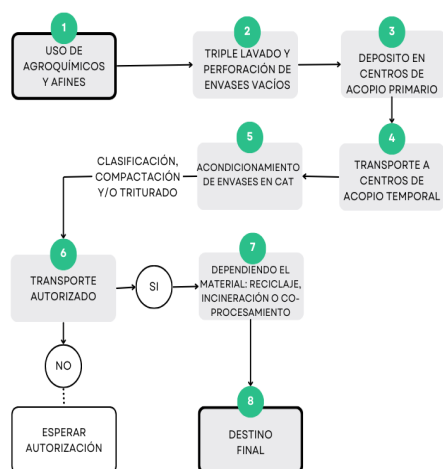
Fuente: elaboración propia con información de Campo limpio Amocali A.C. (2025).

Diagrama de flujo del proceso de aplicación e implementación

En la figura 3, se muestra un diagrama de flujo en el cual se resume cada paso del

proceso de manejo de residuos o envases a través de una serie de ocho actividades, con sus respectivas especificaciones y la participación de diversos involucrados. Este procedimiento muestra cómo debe hacerse el tratamiento de los residuos derivados del uso de agroquímicos y afines.

Figura 3. Proceso de Manejo de Envases Vacíos del Programa Campo Limpio



Fuente: elaboración propia con información de Campo Limpio Amocali A.C. (2025).

Resultados

El análisis que se presenta a continuación es el resultado del trabajo conjunto y experiencias de la Compañía Azucarera La Fe S.A. de C.V., a través de su responsable técnico, superintendente y los productores de caña que abastecen dicho Ingenio. La zona abastecedora de caña comprende cuatro municipios (Tzimol, Las Rosas, Zocoltenengo y Venustiano Carranza), que proveen al ingenio insumos, durante los seis meses de operación y representa para la región, una oportunidad como motor de Desarrollo económico. Sin embargo, la producción de caña desde el punto de vista técnico ambiental hasta la fecha no cuenta con antecedentes de evaluación o Programas de manejo que monitoreen el uso de envases y desechos consecuentes del uso de agroquímicos.

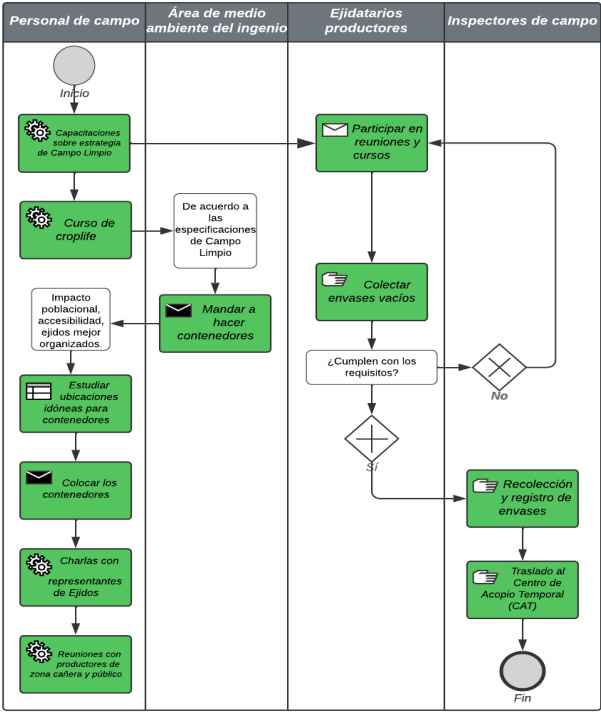
La importancia de dichos programas radica en la prevención de enfermedades para los productores y agentes dañinos para los recursos naturales y medio ambiente, por lo que los resultados encontrados en el presente estudio cobran una vital importancia para el Ingenio y las comunidades afectadas. La estrategia de Campo Limpio en la región de estudio se implementó en junio de 2023, involucrando a los productores cañeros y comunidades locales como La Antigua Casa del Agua y Zacualpa, así como los ejidos de Ixtapilla, Belisario Domínguez, Yalpalé, San Antonio El Limón y Chihuahua, distribuidos en los municipios de Venustiano Carranza, Villa de las Rosas y Zocoltenango, para el buen manejo de residuos agroquímicos. Dicha iniciativa, refleja el interés y preocupación por mantener una salud y ambiente sano, libre de contaminantes y sobre todo

generar la cultura del manejo de residuos agrícolas de todos los actores involucrados.

En la Figura 4 se ilustra el procedimiento implementado para llevar a cabo el programa Campo Limpio en el ingenio azucarero objeto de este estudio. Se destacan los actores clave que participaron en las acciones, representados a través de colum-

nas verticales. A lo largo de cada etapa, se visualizan los pasos estratégicos realizados, mostrando un enfoque sistemático y coordinado que permitió avanzar en la implementación. Este esquema evidencia la colaboración entre los involucrados y refleja los logros alcanzados en la ejecución del programa, así como las dinámicas que facilitaron su ejecución.

Figura 4. Flujograma de la Implementación de la Estrategia de Campo Limpio en La Cía. Azucarera la Fe S.A de C.V.



Fuente: elaboración propia

Es importante destacar que los responsables del traslado de residuos desde el Centro de Acopio Temporal (CAT), ubicado

en la bodega del ingenio, son los inspectores y el personal operativo de campo. La recolección y transporte hacia el destino

final están a cargo de Amocali, S.A., en coordinación con el Sistema Integral de Gestión de Agroenvases de México (SI-GAMEX). Previa alta en su plataforma de trazabilidad (Campo limpio Amocali A.C., 2025), los envases vacíos son gestionados y trasladados al CAT Villa Flores, ubicado en el estado de Chiapas, para su disposición final.

En los resultados se encontró que la recolección total de residuos agroquímicos en poco menos de dos años (2023-2024) fue de 1,128.65 kg. Lo anterior representó un inicio significativo en la implementación de dicha estrategia porque no existen antecedentes de registros en la zona. Por su parte, el ejido de La Antigua Casa

del Agua recolectó 306.55 kg, lo que representó 27.16%, mientras que Yalpalé aportó 226.5 kg equivalente a 20.07%. El ejido Belisario Domínguez registró 43.45 kilogramos (3.85%), mientras que el ejido Ixtapilla reportó 69.1 kilogramos (6.12%), reflejando una participación más limitada. Sin embargo, se observó un incremento significativo en la recolección anual, que pasó de 235.2 kilogramos en 2023 a 893.45 kilogramos en 2024 (Tabla 1). Esta iniciativa recientemente incorporada evidencia un trabajo conjunto entre productores, comunidades y la Compañía Azucarera La Fe para trabajar hacia un modelo agrícola más limpio y respetuoso con el medio ambiente.

Zona	Lugar de recolección	2023 (Kg)	2024 (Kg)	Acumulado (Kg)	Porcentaje (%)
2	La Antigua Casa del agua	42.80	263.75	306.55	27.16
3	La Zacualpa	19.10	62.35	81.45	7.22
3	Ixtapilla	32.60	36.50	69.10	6.12
4	Yalpalé	22.20	204.3	226.5	20.07
5	San Antonio El limón	27.10	56.50	83.60	7.41
6	Chihuahua	19.10	104.05	123.15	10.91
7	Belisario Domínguez	21.50	21.95	43.45	3.85
8	Módulo de riego Socoltenango	22.80	82.05	104.85	9.29
S/N	Bodega Ingenio	28.00	62.00	90.00	7.97
	Total general	235.2	893.45	1128.65	100.00

Fuente: datos recabados directamente de los registros del Programa.

El programa de recolección de Campo Limpio, además de los envases también se recolectó durante el año 2024 103.95 kilogramos de residuos agroquímicos clasificados en tres categorías: tapas, cartón y bolsas. Las tapas constituyeron el 59.11% del total acumulado, con 61.45 kilogramos recolectados en los seis periodos registra-

dos. Se observaron picos de recolección el 2 de junio con 14.7 kilogramos y el 2 de agosto y el 8 de octubre, con 13 kilogramos en cada fecha. El cartón representó el 38.96% del total, con un acumulado de 40.5 kilogramos (Tabla 2), concentrándose principalmente en los periodos del 2 de agosto y el 8 de octubre, en los que

se recolectaron 18.25 kilogramos por periodo. Las bolsas representaron el 1.92% del total, con 2 kilogramos recolectados de forma constante en los últimos cuatro periodos, con 0.5 kilogramos por fecha durante el 2024.

Tabla 2. Clasificación de residuos durante los años 2023 y 2024								
Clasificación	02/06	04/03	06/05	02/08	08/10	29/11	Acumulado	Porcentaje (%)
Bolsas	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	2.00	1.92
Cartón	0.00	0.00	0.00	18.25	18.25	4.00	40.50	38.96
Tapas	14.700	7.30	6.50	13.00	13.00	6.95	61.45	59.11
Total general	14.70	7.30	7.00	31.75	31.75	11.45	103.95	100.00

Fuente: datos recabados directamente de los registros del programa.

Los ejidos con mayor contribución, como La Antigua Casa del Agua y Yalpalé, representaron aproximadamente el 40% del total recolectado, indicando una mayor concentración de generación de residuos en estas zonas. Por otro lado, algunas áreas como el Ejido Belisario Domínguez y San Antonio El Limón registraron aportaciones más bajas, aunque su participación fue constante a lo largo del periodo analizado. La distribución temporal de los residuos recolectados mostró que las mayores cantidades se concentran en los meses de junio, agosto y octubre (tabla 3), ello puede inferir que este comportamiento se debe al periodo de lluvias, por lo tanto, empieza a salir mayor cantidad de hierbas o zacates lo cual implica el incremento de aplicación de herbicidas, fertilizantes foliares entre otros.

Tabla 3. Registro de envases de Agroquímicos (triple lavado)								
No.	FECHA	23/12/23	06/02/24	03/04/24	05/06/24	02/08/24	08/10/24	29/11/24
Zona	Comunidad o Ejido	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
2	Casa del agua	42.80	93.40	20.00	56.10	29.75	61.00	3.50
3	Ixtapilla	32.60	7.70	0.00	7.70	12.50	4.10	4.50
3	Zacualpa	19.10	15.60	12.00	0.00	12.75	19.00	3.00
4	Yalpalé	22.20	86.06	8.00	24.70	24.50	36.50	24.00
5	San Antonio Estrella Roja	27.10	21.50	0.00	21.50	4.50	0.00	9.00
6	Chihuahua	19.10	29.80	26.50	6.50	17.25	15.50	8.50
7	Belisario Dominguez	21.50	6.20	0.00	3.00	4.75	0.00	8.00
8	Módulo de riego Socol	22.80	38.30	6.25	13.50	6.50	5.00	12.50
S/N	Bodega Ingenio	28.00	0.00	0.00	50.00	12.00	0.00	0.00
	TOTAL	235.20	299.10	72.75	183.00	124.50	141.10	73.00

Fuente: datos recabados directamente de los registros del programa.

Entre julio y agosto de 2023 se llevaron a cabo actividades de sensibilización mediante el programa de Campo Limpio y talleres de triple lavado en siete comunidades o ejidos, logrando una asistencia total de 251 personas. La mayor participación se registró en el Ejido Villa Las Rosas, con 71 asistentes, lo que representó el 28.29%

del total. Por su parte, la Comunidad de Chihuahua tuvo la menor asistencia, con 5 participantes, equivalentes al 1.99%.

En términos de distribución por zona, la Comunidad de Yalpalé, Las Rosas y el Ejido Belisario Domínguez aportaron 35 asistentes cada uno, representando el 13.94% del total cada uno. La Comunidad de San Antonio El Limón contó con 52 asistentes, lo que equivale al 20.72%, mientras que el Módulo de Riego, Socoltenango alcanzó 42 asistentes, correspondientes al 16.73% del total. En La Casa del Agua participa-

ron 11 personas, representando el 4.38% del total.

Temporalmente, las actividades comenzaron en julio de 2023, con las primeras realizadas en la Comunidad de Chihuahua y el Ejido Belisario Domínguez, mientras que en agosto se llevaron a cabo el resto de las sesiones, destacando la participación del Ejido Villa Las Rosas el 22 de agosto como la de mayor aportación. Las fechas de realización abarcan periodos consecutivos en diferentes localidades, contribuyendo a la distribución de las actividades entre las comunidades participantes.

Zona	Ejido o Comunidad	Fecha	Asistencia	%
2	La casa del agua	23 de agosto del 2023	11	4.38
3	Villa de Las Rosas	22 de agosto del 2023	71	28.29
4	Yalpalé	15 de agosto del 2023	35	13.94
5	San Antonio, El limón	10 de agosto del 2023	52	20.72
6	Chihuahua	21 de Julio de 2023	5	1.99
7	Belisario Domínguez	17 de Julio de 2023	35	13.94
8	Módulo de riego, Socoltenango	3 de agosto del 2023	42	16.73
	Total de participantes		251	100

Fuente: datos recabados directamente de los registros del programa

Lecciones aprendidas bajo la percepción del Ingenio Compañía La Fe (Pujiltil), a través del responsable técnico-superintendente

La estrategia de Campo Limpio cuenta con aspectos positivos y negativos que reflejan tanto avances como los retos por superar. Entre los puntos positivos, destaca

la convicción por implementar programas que fomenten la sostenibilidad ambiental, mostrando un compromiso claro con la reducción del impacto de los residuos agroquímicos. Además, la respuesta favorable de los productores y la instalación de sitios específicos para la recolección han facilitado el proceso de captación de envases. Este esfuerzo también contribuye al desarrollo de una cultura ambiental en las comunidades, promoviendo hábitos responsables

en la gestión de residuos. Asimismo, la estrategia representa una solución práctica para manejar adecuadamente este tipo de materiales.

Por otro lado, entre los retos identificados, se encuentra la confusión por parte de los productores en el uso de los contenedores, ya que a menudo son utilizados para

desechar residuos no relacionados como plásticos de refrescos y líquidos diversos, lo que afecta el correcto funcionamiento del sistema. Además, no todos los envases recolectados cumplen con las condiciones requeridas, como el triple lavado, ni se realiza la separación adecuada entre envases y tapas, lo que complica las etapas posteriores del manejo de residuos.

Tabla 5. Percepción Directiva de la Implementación de la Estrategia Campo Limpio	
Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Convicción por impulsar programas que contribuyan a la sustentabilidad del medio ambiente.	Las personas confunden los contenedores con otros tipos de envases como plásticos de refrescos y líquidos diversos.
Los productores han respondido favorablemente y el establecimiento de sitios de recolección favorece la captación.	No todos los envases recolectados cumplen con las condiciones de triple lavado, ni se separan correctamente los envases de sus tapas.
Favorece el desarrollo de una cultura ambiental en las comunidades participantes.	No se encuentran en condiciones de implementar el programa en todos los ejidos.
Proporciona una solución práctica para el manejo de envases agroquímicos.	

Fuente: datos recabados de acuerdo con la entrevista realizada en campo a Directivos del Ingenio Compañía La Fe (diciembre del 2024).

La percepción expresada por parte del Mtro. Carlos Hugo Beteran Santana, superintendente general de campo, detalla aspectos clave relacionados con los retos y objetivos para fortalecer la estrategia de Campo Limpio en las zonas cañeras. Entre los puntos principales destacó la necesidad de instalar al menos un contenedor en cada zona cañera, lo que permitiría mejorar la accesibilidad para los productores y fomentar una mayor participación en el programa.

Además, señaló que el proceso de recolección hacia los centros de acopio requiere una mejor coordinación. Este punto es esencial para evitar comprometer las condiciones de los envases recolectados, ga-

rantizando que lleguen en las condiciones requeridas para su manejo posterior. También se enfatiza la importancia del involucramiento de las organizaciones cañeras, civiles y municipales en el programa, lo que puede contribuir a su fortalecimiento mediante la participación de diferentes actores locales.

Otro aspecto señalado es la necesidad de lograr un mayor cumplimiento de los requisitos de triple lavado y separación de envases, para mejorar la calidad del manejo de residuos y garantizar un proceso más eficiente y seguro. Este objetivo requiere esfuerzos adicionales en la sensibilización y capacitación de los productores para asegurar que sigan las prácticas establecidas.

Es importante señalar que la región de estudio a pesar de contar con resultados recientes y un poco menos de dos años de experiencia en el manejo de los recursos, el grado de avance y concientización por parte de las comunidades y productores es significativo al comparar con lo encontrado en otras investigaciones. Por ejemplo, en un estudio rea realizado por Ríos (2019), en Boyacá Colombia, donde se evaluó los hábitos del uso de los agroquímicos, la disposición de los recipientes vacíos utilizados en diferentes cultivos y las percepciones de los productores, así como su impacto en el ecosistema y la salud de las familias.

Encontró que la educación formal e informal del uso de los agroquímicos no fue significativa en el programa implementado. La mayoría de los agroquímicos usados en los cultivos de la región tienen categoría III y IV (altamente toxicológicos), aunque en el levantamiento de información el 100% de los productores manifestaron protegerse de agroquímicos, esto no se reflejó en lo observado en el trabajo de campo. Por otra parte, 34% de los productores entregaban los recipientes vacíos de agroquímicos a Campo Limpio y 66% utilizaron hábitos inseguros para deshacerse de estos. Por lo anterior se deduce que el impacto del Programa no ha sido suficiente y significativo.

De acuerdo con Polanco et al., (2019), el uso indiscriminado de agroquímicos altamente tóxicos, en especial el uso del glifosato, son de preocupación mundial ya que producen altos impactos para la contaminación del acuífero y la salud pública. Su

estudio se centra en caracterizar el conocimiento sobre el manejo de agroquímicos con productores del estado de Yucatán. Los resultados muestran el uso de plaguicidas prohibidos y/o restringidos por organizaciones internacionales, así como el glifosato para la producción de soya, representando alto impacto en la salud humana y contaminación del acuífero, 61% de los entrevistados mencionó tener algún conocimiento de técnicas agroecológicas, pero generalmente no las ponen en práctica, porque probablemente es más fácil poner agroquímicos. Recomiendan aplicar la normatividad internacional, así como programas educativos con fundamentos agroecológicos sobre agricultura sustentable.

Al observar otras investigaciones y comparar con la región de estudio. Es gratificante observar que El programa de Campo Limpio coordinado en el Ingenio de Pujiltil, ha sido retomado con éxito por parte de las comunidades involucradas y productores cañeros. Sin embargo, también queda claro que aún falta mucho por trabajar, principalmente en la capacitación y conciencia de quienes lo practican.

Figura 5. Entrega oficial de residuos ante Amocali por parte de la superintendencia general y personal de campo



Finalmente, cabe destacar que la estrategia está sustentada y liderada en la superintendencia de campo del ingenio, pero que aún queda un largo camino por recorrer para que las empresas comercializadoras, casas comerciales de agroquímicos y los propios productores asuman la responsabilidad completa del manejo, cuidado y recolección de los envases agroquímicos. Este aspecto sugiere la necesidad de una mayor colaboración entre los diferentes actores involucrados para asegurar la sostenibilidad del programa a largo plazo.

Conclusiones

La adopción del Programa de Campo Limpio implementado por las autoridades del Ingenio de Pujilic en el estado de Chiapas a través del superintendente en campo y en conjunto con productores cañeros con los municipios que abastecen de caña al Ingenio, han logrado un avance significativo. Es decir, a poco menos de dos años del funcionamiento e implementación del programa, se lograron reciclar 1,128.65 kg., lográndose recolectar durante el año 2024 103.95 kilogramos de residuos agroquímicos clasificados en tres categorías: tapas, cartón y bolsas. Las tapas constituyeron el 59.11% del total, el cartón representó 38.96% y las bolsas representaron el 1.92% con respecto al total acumulado. Lo anterior representó un avance significativo y un éxito parcial en la implementación de dicha estrategia principalmente porque no existen antecedentes de registros en la zona de estudio.

Con el funcionamiento y puesta en marcha del programa se identificaron ventajas y desventajas, así como posibles acciones que pueden mejorarse. Entre las ventajas observadas, fue la disposición de los productores por el reciclaje de residuos agroquímicos. Sin embargo, la actitud y disposición no fue suficiente, es necesario trabajar y fortalecer la educación ambiental y capacitación técnica para un buen lavado de envases y recipientes utilizados, así como su clasificación y disposición correcta para depositarlos.

Una de las aportaciones a esta investigación, es el diseño metodológico del proceso de acopio y distribución de los residuos agroquímicos que permita en investigaciones futuras, diseñar un plan de manejo logístico más eficiente y sirva de modelo para su implementación en otros ingenios azucareros.

Finalmente, esta investigación reafirma la relevancia del Programa de Campo Limpio en la gestión de desechos y residuos tóxicos, los cuales representan un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Asimismo, se identificó la necesidad de incorporar a las empresas comercializadoras de la zona de influencia, ya que, aunque están integradas globalmente, requieren una mayor participación en iniciativas locales. También se resalta la importancia de involucrar a instituciones educativas y gubernamentales para fortalecer la logística, la capacitación y la cultura ambiental en la región, ampliando el alcance del programa.

Referencias bibliográficas

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2018). *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781482277937>
- Campo limpio Amocali A.C. (2025). *Campo limpio Amocali A.C.* <https://campo-limpio.org.mx>
- CropLife Latin America (2024). *CropLife Latin América*.
- Departamento de Estado de Estados Unidos Oficina de Programas de Información Internacional. (2006). *La pluma contra el veneno*. Departamento de Estado de Estados Unidos Oficina de Programas de Información Internacional.
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación En Educación Médica*, 2(7), 162–167. www.elsevier.es
- Dumanski, J. (1997) “Criteria and indicators for land quality and sustainable land management” *International Journal of Aerospace Surveys and Earth Science*. Vol. 3(4), pp. 216-222. <https://wgビス.ces.iisc.ac.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/KeySpeakers/ADumanski.pdf>
- FAO. (2007). *Land evaluation Towards a revised framework* (FAO, Ed.). <https://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/fr/c/1029521/>
- FAO. (2015). *Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas*.
- Gliessman, (2004) “Agroecology and agroecosystems” en D. Richert y C. Francis (eds.), *Agronomy monograph series*. EUA, American Society of Agronomy
- Guzmán, J. (2019). *Técnicas de Investigación de Campo. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje*.
- Guzmán-Plazola, P., Darío Guevara-Gutiérrez, R., Luis Olguín-López, J., & Raúl Mancilla-Villa, O. (2016). Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. *IDE-SIA*, 34(3), 69–80. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000300009
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (2024). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos (2015) https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23_LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCIÓN_Y_GESTIÓN_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf
- Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011(2013) https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo

go=5286505&fecha=01/02/2013#gsc.tab=0

- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SE-MARNAT-2005 (2006). <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1291/1/nom-052-semarnat-2005.pdf>
- Ongley, E. D. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos* (FAO, Ed.).
- Pelosi, C., Barriuso, E., Bedos, C., Benoit, P., Mamy, L., & Mougin, C. (2017). Fate and impact of pesticides: new directions to explore. In *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 24, Issue 8, pp. 6841–6843). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8383-0>
- Polanco Rodríguez, A. G., Virginia, T., Castro, M., Iuit, J. C., & Quintal López, R. (2019). *Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México Use of carcinogenic agrochemicals in the agricultural region of Yucatan, Mexico*. 46(2), 72–83. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Rios, G. S. L (2019). Prácticas de uso de agroquímicos y disposición de recipientes en sistemas de producción agrícola: caracterización de hábitos y estimación de factores explicativos en Aquitania Boyacá. Pontificia Universidad Javeriana. Tesis de licenciatura carrera de Ecología. Bogotá, Colombia.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (2019). *Manual para el buen uso de plaguicidas en campo*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/452645/MANUAL_PARA_EL_BUEN_USO_Y_MANEJO_DE_PLAGUICIDAS_EN_CAMPO.pdf
- Vara, H. A. A. (2015). Siete pasos para elaborar una tesis (1.a ed.). Editorial Macro.

Hacia estrategias de economía circular para mitigar impactos ambientales del reciclaje de residuos

Adriana Osorio-Montesinos⁵;
Eduardo Méndez-León⁶; María del
Rosario Reyes-Santiago⁷; Patricia
S. Sánchez-Medina⁸

Resumen

El aumento de residuos generados por la economía lineal ha provocado impactos negativos en los ámbitos social, ambiental y económico. El reciclaje de materiales es una de las respuestas clave para mitigar los efectos de los residuos. A través de él, se reincorporan materiales a la cadena de valor y se reducen los daños provocados al medio ambiente. A pesar de los beneficios de estas actividades, estudios han demostrado que los procesos de reciclaje también pueden generar externalidades ambientales. Este trabajo explora los impactos ambientales derivados del reciclaje en un centro de acopio de Oaxaca, México, a través de un estudio mixto. Se

utilizó el enfoque de Sistema de Gestión Ambiental (SGMA) para identificar impactos y el modelo de las 9R de la Economía Circular para proponer estrategias de mitigación. Se identificaron seis categorías de actividades con repercusiones ambientales, y se identificó que las actividades que generan impactos más severos son el acomodo temporal de los materiales y la gestión de residuos finales. Como estrategia principal, se recomienda Reducir (R2) para enfocarse en la optimización de rutas de recolección y la disminución del uso de recursos como agua y energía. Los resultados de este estudio dan una visión integral de cómo mejorar la sustentabilidad en los centros de reciclaje.

Palabras clave: reciclaje, economía circular, impactos ambientales, estrategias de economía circular.

Abstract

Increased waste generated by the linear economy has led to negative social, environmental and economic impacts. Recycling materials is one of the key responses to mitigate the effects of waste. Through this, materials are reincorporated into the value chain and the damage caused to the environment is reduced. Despite its benefits, studies have shown that recycling can also generate environmental externalities.

5 Ingeniera en Desarrollo e Innovación Empresarial; Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Oaxaca, México; Estudiante de la Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales del CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca; E-mail: aoso-riom2400@alumno.ipn.mx

6 Doctor en Sistemas Socio-Técnicos; Universidad Iberoamericana Ciudad de México; Investigador Asociado en el Departamento de Estudios Empresariales; Ciudad de México, México; E-mail: eduardo.mendez@ibero.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7978-5389>

7 Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales; Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Oaxaca, México; Postdoctorante de Estancias Postdoctorales por México para la Formación y Consolidación de las y los Investigadores por México CONAHCYT; Oaxaca, México; E-mail: mareyess@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4199-0210>

8 Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales; Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Profesora Investigadora, Línea de Investigación: Gestión Ambiental Empresarial; psanchez@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2949-3374>

This paper explores the environmental impacts derived from recycling in a collection center in Oaxaca, Mexico, through a mixed study. The environmental management system approach was used to identify impacts and the 9R model of the Circular Economy was used to propose mitigation strategies. Six categories of activities with environmental impacts were identified, and it was found that the activities generating the most severe impacts are the temporary storage of materials and the management of final waste. As the main strategy, reduce (R2) is recommended to focus on optimizing collection routes and decreasing the use of resources such as water and energy. The results of this study give a comprehensive view of how to improve sustainability in recycling centers.

Keywords: recycling, circular economy, environmental impacts, circular economy strategies.

Introducción

Los residuos son elementos sobrantes de productos que han sido utilizados en el mercado y que han cumplido ya la función principal para la que fueron diseñados. La creciente generación de los residuos genera cada vez mayores afectaciones a cuestiones sociales, ambientales y económicas. Por ello, hay una preocupación creciente de hacer frente a estos desafíos de tal manera que se preserve el bienestar presente y futuro. Para responder a problemas generados por la economía lineal, la cual se basa en una lógica de extracción, produc-

ción, consumo y desecho (Gonçalves y Franco, 2024) organizaciones han planteado soluciones a estos problemas a lo largo del tiempo.

Una de ellas ha sido el reciclaje de residuos que todavía puedan cumplir una nueva función. El objetivo de esta acción es reducir las afectaciones que los residuos ocasionan al medio ambiente. Reciclar materiales implica reincorporarlos a la cadena de valor para recuperar el valor que todavía poseen (Milios et al., 2018). Empresas dedicadas a esta actividad ganan reconocimiento por su responsabilidad con el medio ambiente pero también beneficios económicos por la extracción y venta de ellos.

En este sentido, la Economía Circular (EC) es una alternativa sustentable que provee soluciones a impactos ambientales que derivan del reciclaje (ejemplo Mossali et al., 2020). La economía circular se define como una economía que es restaurativa y que apunta a mantener productos, componentes y materiales en su mayor utilidad a todo momento (Geisdoerfer et al., 2017). Además de enfocarse en la optimización de recursos y procesos, la EC también se enfoca en optimizar servicios, procesos o sistemas de tal manera que se disminuyan los impactos ambientales (Roos y Agarwal, 2015). La EC se estudia a partir de varios modelos, pero destaca el modelo de 9R (Kirchherr et al., 2017) el cual describe múltiples estrategias, que abarcando desde una EC débil hasta una EC fuerte tienen posibilidad de adaptación dependiendo de la necesidad de las organizaciones.

En el contexto de organizaciones dedicadas al reciclaje, es difícil reconocer que los procesos de recepción, separación y traslado de los materiales reciclables generen por sí mismos impactos negativos al medio ambiente. A pesar de que estas organizaciones contribuyen a la administración sustentable de recursos, hay evidencia de que al realizar sus procesos de reciclaje generan un impacto considerable al medio ambiente. Por ejemplo, el reciclaje de papel consume grandes cantidades de agua en el proceso de limpieza o tratamiento (Cabalova et al., 2011). Otro ejemplo, es el trabajo de Ferreira et al. (2014) que da evidencias de múltiples impactos de un sistema de reciclaje de residuos en Portugal. En este estudio, confirmaron las externalidades negativas al evaluar los impactos mediante un análisis del ciclo de vida (ACV).

Considerando que el proceso de reciclaje realmente genera externalidades, los objetivos específicos de este capítulo son ilustrar tanto los impactos ambientales que se derivan de las actividades de reciclaje como las estrategias para mitigarlos. Ambos objetivos contribuyen a mejorar la comprensión de implicaciones en la gestión de actividades de reciclaje. A diferencia del estudio de Ferreira et al. (2014), este trabajo combina el enfoque de sistema de gestión ambiental (SGMA) para la identificación de impactos ambientales con el modelo de las 9R de la EC para proponer estrategias que mejoren la sustentabilidad de un centro de acopio de materiales reciclados en Oaxaca, México.

A través de un enfoque mixto de caso de estudio, esta investigación pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los impactos ambientales causados por un centro de reciclaje en la ciudad de Oaxaca?
2. ¿Qué estrategias de economía circular podrían implementarse para mitigar los impactos ambientales de dicho centro?

El análisis reveló seis categorías generales de actividades que tienen repercusiones a la sociedad y al ambiente. En cuanto a impactos ambientales, se encontró que, de las seis categorías, las actividades con impacto severo son: acomodo temporal de los materiales en el área de almacenamiento y la gestión de los residuos finales que son destinados a vertederos. En cuanto a la propuesta de estrategias, se sugiere que la estrategia que mitiga la mayoría de los impactos es la R2 (Reducir) del modelo de la EC. Las implicaciones de esta estrategia de EC son que el centro de acopio debe principalmente optimizar las rutas de recolección y disminuir el ingreso de vehículos al centro, evitar la recepción de materiales que no cumplen con las especificaciones del centro y minimizar el uso de agua y energía para el tratamiento de los materiales y mantenimiento de sus instalaciones.

El resto del documento se distribuye de la siguiente manera. La sección 2 incluye el marco de referencia en el que se fundamenta el estudio. La sección 3 contempla la metodología que se siguió para el estudio.

dio del caso. La sección 4 muestra los resultados de la investigación. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones.

Marco de referencia

Residuos y Economía Circular (EC)

La creciente generación de residuos se ha vuelto una preocupación crucial a nivel global (Singagerda et al., 2024). La gestión inadecuada de los residuos genera contaminación y graves consecuencias en los ecosistemas. La acumulación de residuos en los vertederos amenaza la biodiversidad y en consecuencia dificulta el desarrollo de entornos urbanos sostenibles. A pesar de que la sociedad ha intentado enfrentarse a estos retos ambientales a través de prácticas convencionales como la clasificación, estas medidas han resultado ineficientes y con escasa participación de la comunidad. Al respecto, una alternativa para la gestión y aprovechamiento eficiente de los recursos es la economía circular (EC).

La EC es un modelo económico que maximiza el valor de los recursos al aprovechar materiales desechados (Pilipenets et al., 2025). Este enfoque optimiza el uso de los recursos y promueve la sostenibilidad a largo plazo (Becchetti et al., 2025). La EC surgió en los años 60 como una alternativa al modelo de crecimiento económico que no toma en cuenta la degradación ambiental (Gonçalves y Franco, 2024; Tosi et al., 2024). En 1960, Kenneth E. Boulding sentó las bases de la EC al conceptualizar-

la como una economía que promueve un flujo constante para extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar los materiales y energía mediante productos y servicios en el mercado (Sampedro-Beneyto et al., 2024).

Posteriormente, la EC toma importancia en 2015 cuando la Unión Europea instituyó como objetivo central una transición hacia esta Economía (Ritter et al., 2024). Para entonces la E.C. se promovió como un instrumento para beneficiar a las organizaciones de diferentes formas (Le et al., 2024). De hecho, se ha planteado como la mejor estrategia para el desarrollo sostenible, porque se basa en un marco que considera los aspectos económicos, medioambientales y sociales. De acuerdo con El Séptimo Programa de Acción en materia de Medio Ambiente de la Comisión Europea en 2019, la EC optimiza el uso de los recursos, minimiza la generación de residuos y gestiona los recursos naturales de manera sostenible, procurando la conservación de la biodiversidad (Almeida-Guzmán y Díaz-Guevara, 2020). En contraste al modelo económico lineal que se enfoca en tomar, fabricar, consumir y desechar, la EC se basa en un ciclo cerrado (Sampedro-Beneyto et al., 2024).

Hasta hace poco, el marco utilizado para presentar los principios, reglas o herramientas de dicho ciclo fue el de las 3R (reutilizar, reciclar y reducir) (Leonardo Becchetti et al., 2024; Tambovceva et al., 2021). En sentido práctico, varias empresas han adoptado este modelo para la valorización de materiales de acero, aluminio, papel, madera, plástico y vidrios.

Cuando se han estudiado, estas empresas han servido de ejemplo para comprender como los residuos pueden transformarse en recursos valiosos (como ejemplo Ezeudu & Ezeudu, 2019; Paletta et al., 2019). A pesar de los buenos resultados de aplicar este marco, Moraga et al. (2019) considera que la EC involucra distintos significados más que solo reutilizar, reciclar y reducir. De hecho, múltiples definiciones y marcos hacen difícil la comprensión de EC. Lo más importante de la EC, es que se puede traducir como planes de acción basados en estrategias.

Las estrategias son de diferente tipo y se agrupan de acuerdo con los objetivos de preservar las funciones, productos, componentes, materiales, o energía. Las estrategias se han establecido como una política para disminuir la presión sobre el medio ambiente y estimular la economía en diferentes ámbitos (ejemplo Durán Romero, 2022). A pesar de la existencia del marco de 3R, diversos investigadores identifican como otras R han sido incluidas para contemplar otras estrategias que también se consideran parte de la EC (Moraga et al., 2019b). Recientemente, surgió el marco 4R, el 6R y el 9R, siendo este último el más detallado. La Figura 1 exhibe dicho marco con definiciones de las estrategias orientadas a la producción de productos.

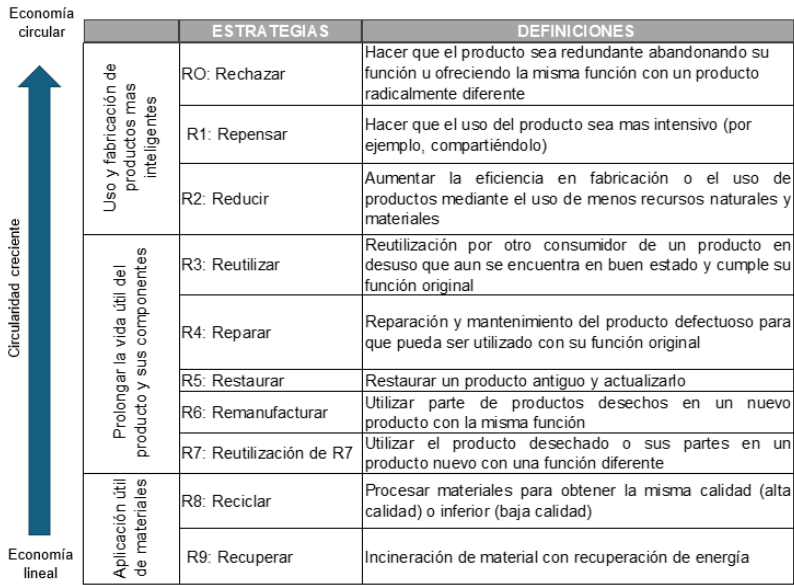
Como la EC es un modelo que puede aplicarse a servicios, sistemas o procesos (Roos y Agarwal, 2015; Walmsley et al., 2019). Este marco de 9R puede ser aplicado a diversos ámbitos y sectores y no solo a

productos. En este marco, cada estrategia se agrupa en una de tres categorías: Aplicación útil de materiales, prolongación de la vida útil y uso y fabricación de productos inteligentes. Junto con las estrategias, las categorías son útiles para analizar el tipo de EC (débil o fuerte), su medición y los elementos que requieren un mayor desarrollo (Potting et al., 2018).

A pesar de los beneficios que la EC promete, algunas de las estrategias pueden generar impactos ambientales negativos. Por ejemplo, en un proceso de reciclaje de materiales o residuos sólidos urbanos, se requiere el uso de energía, la cual frecuentemente se emplea de manera ineficiente. Además de considerar la contaminación del aire y el agua que se genera debido a sustancias que se liberan durante el procesamiento de materiales reciclables. Es esencial reconocer que, si no se gestionan adecuadamente, el reciclaje mismo podría contribuir a la degradación ambiental.

Dentro del marco del reciclaje de materiales, minimizar los impactos es crucial ya que solo mediante una gestión eficiente se podrá lograr un equilibrio entre el aprovechamiento de recursos y la protección del medio ambiente. Adoptando estrategias de EC, una empresa recicladora contribuye al cuidado ambiental pero también fortalece su capacidad de innovación para adoptarla. La evaluación de impactos proporciona datos esenciales para diseñar estrategias de EC que maximicen la recuperación de materiales y mejoren la eficiencia operativa.

Figura 1. Marco de Economía Circular de 9R.



Fuente: adaptado de Kirchherr et al. (2017)

2.2 Evaluación de impactos ambientales

La medición de impactos ambientales no es exclusiva de una disciplina; algunas áreas involucradas en esto son las ciencias sociales, económicas o de agricultura (véase Raina, 2003). Sin embargo, dentro de la investigación en economía circular para productos o sistemas, una herramienta frecuentemente utilizada es el análisis de ciclo de vida (ACV) (Harris et al., 2021). ACV es una herramienta que evalúa el impacto medioambiental de un determinado producto, actividad o sistema en el medio ambiente para saber dónde se originan la mayoría de las emisiones (Lima et al., 2021).

Las ventajas de usar ACV para la evaluación de los impactos en EC ha sido frecuentemente enfatizada (ejemplo Hossain y Ng, 2018). No obstante, algunos autores, estudiando la EC en la gestión de residuos sólidos prefieren matizarlas al mencionar que “requiere una cantidad significativa de datos, ya que evalúa el impacto ambiental de todo el ciclo de vida completo de un producto/sistema (es decir, de la cuna a la puerta, de la extracción hasta la eliminación)” (Lima et al., 2021, p.1). De hecho, se dice que, al procesar muchos datos, el ACV puede arrojar resultados complejos y técnicos que dificultan la comprensión por personas no especializadas (Finnveden, 2000; Udo De Haes, 1993), y comprometen así la implementación de estrategias por organizaciones.

Ante tal escenario, un sistema de gestión medioambiental (SGMA) es una alternativa pues en la evaluación de impactos es una parte esencial (Granly y Welo, 2014). En comparación al ACV, la evaluación de impactos por un SGMA es de enfoque práctico, operativo y menos complejo pues es personalizable según el tamaño de la empresa y se integra a las actividades diarias de la organización (Rendell y McGinty, 2004). En la literatura de SGMA, se sugiere que para llevar a cabo una evaluación de impactos se debe realizar una revisión ambiental inicial.

A grandes rasgos, la revisión consiste en identificar aspectos e impactos que son alterados por las operaciones de una organización (Conesa, 2009). De acuerdo con Baltzua (2009), mientras un aspecto ambiental es un elemento de las actividades de una organización que interactúa con el medio ambiente, un impacto ambiental se define como el cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, que resulta de los aspectos ambientales de una organización. La tabla 1 presenta algunos ejemplos de aspectos e impactos ambientales que denotan sus diferencias.

Tabla 1. Aspectos e impactos ambientales.

Aspectos ambientales	Impactos ambientales
Movimientos de tierras	Alteración del hábitat de la fauna
Perforaciones	Cambio de usos del suelo.
Tráfico de maquinaria	Contaminación del aire por gases
Tratamiento de materiales	Impacto sobre la población
Demolición.	Inundación

Fuente: elaboración propia con información de Rebollo et al. (2000)

Otros aspectos comúnmente considerados para la evaluación de impactos son, las emisiones al aire, agua o suelo, la utilización de recursos o los efectos en los ecosistemas (Greenleaf, S. F.). La literatura SGMA sugiere que, una vez identificados los aspectos, se proceda a la identificación de los impactos. Para ello, se sugiere emplear una matriz para relacionar los aspectos e impactos ambientales de Conesa (2009). Esta matriz es una tabla que contempla la identificación de actividades de una organización con implicaciones sustentables en lo social y ambiental.

La evaluación concluye al determinar el nivel de significancia de los impactos ambientales. En este sentido, Conesa (2009) proporciona una fórmula para determinar la importancia. Según este autor, la importancia de los impactos ambiental se basa en las variables mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables para determinar la importancia de un impacto ambiental.

Variables y sus acrónimos	
Naturaleza (+/-),	Reversibilidad (RV),
Intensidad (I),	Sinergia (SI),
Extensión (EX),	Acumulación (AC),
Momento (MO),	Efecto (EF),
Persistencia (PE),	Periodicidad (PR),
Recuperabilidad (MC).	

Fuente: elaboración propia con información de Conesa (2009)

Para cada una de estas variables, el autor propone diferentes definiciones operacionales y escalas. Las definiciones pueden ser vistas en la Tabla 3. Los valores de la escala pueden ser consultados en el Anexo A de este documento. Para asignar un valor a cada una de las variables, es necesario guiarse por la definición operacional.

Tabla 3. Variables en la fórmula para determinar la importancia de un impacto ambiental	
Valores	
Importancia: Efecto del impacto ambiental generado al medio ambiente	SI: Considera reforzamiento de dos o más efectos simples, es decir la regularidad de la manifestación del efecto
IN: grado de incidencia de la acción sobre el medio en el ámbito en que actúa, es decir el grado de destrucción	AC: Incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continua o una vez que se retira la acción que lo genera
EX: Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área afectada al entorno total en el que se manifiesta el efecto)	EF: Se refiere a la relación causa-efecto, es decir a la forma en que se manifiesta el efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
MO: Tiempo que transcurre entre la acción y aparición del impacto	PR: Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, con respecto a las acciones que los producen
PE: Tiempo que permanecerá el efecto provocado por el impacto, hasta que el factor afectado retorne a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o medidas correctoras	MC: Posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto por medio de intervenciones humanas mediante medidas correctoras y restauradoras.
RV: Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio	

Fuente: elaboración propia con información de Conesa (2009)

Los valores asignados a las variables se basan en la severidad detectada al analizar los datos recabados en un centro de acopio de materiales reciclados y las observacio-

nes hechas. Una vez que las variables tienen un valor, se procede a sustituirlos en la fórmula (Figura 1).

Figura 1. Fórmula para determinar la magnitud de un impacto ambiental según Conesa (2009)

Importancia (IMP)=|+/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

La fórmula determina la importancia de un impacto ambiental al comparar el valor numérico que arroja con diferentes rangos de magnitud. Los rangos se visualizan en la Tabla 4.

Tabla 4. Valoración de importancia de impactos ambientales	
Importancia	Rango
Irrelevante	25
Moderado	25-50
Severo	50-75
Critico	75

Fuente: elaboración propia con información de Conesa (2009)

Aunque la evaluación de impactos con esta metodología se posiciona en el SGMA, para efectos de este estudio sugerimos que este procedimiento puede coadyuvar en el diseño de estrategias de EC. Determinar los impactos ambientales, incluso su importancia, puede asegurar que estrategias de mitigación aborden los problemas más críticos, promoviendo la sostenibilidad a largo plazo. La propuesta en este trabajo es combinar el método de evaluación de impactos del SGMA para el diseño de estrategias de EC.

Metodología

La investigación se realizó con un enfoque mixto a través de un caso de estudio. La selección de este método está motivada por diversas razones. Primero, la investigación cualitativa permite una recolección de datos variada (observaciones, entrevistas, análisis de reportes, etc.) para lograr una comprensión e interpretación eficiente de dichos fenómenos. Segundo, una investigación cualitativa ayuda a estudiar mecanismos sociales que no pueden ser fácilmente observados y que requieren de una interpretación amplia (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

El estudio mixto siguió cuatro etapas generales: Selección del caso, selección de informantes, recolección de datos y análisis de datos.

Selección del caso

Para seleccionar el caso, se consideró la participación en seminarios académicos que abordaban la importancia de sujetos sociales en acciones para la mejora de sistemas de residuos sólidos urbanos en Oaxaca. La participación en estos seminarios posibilitó el conocimiento de diversas organizaciones que contribuían al problema de generación y gestión de residuos. Al asistir, se buscó identificar una organización relevante a partir de los siguientes criterios: que fuera una organización formalmente constituida, ya sea con fines lucrativos o no lucrativos y que sus actividades supusieran tanto beneficios como impactos ambientales.

Dos organizaciones fueron seleccionadas. A través de conversaciones telefónicas con los representantes legales de ambas entidades, se solicitó información para confirmar la relevancia de los casos además de presentar el estudio y sus objetivos. De entre estas dos organizaciones, se seleccionó a un centro de acopio de materiales reciclables por cumplir con los criterios antes mencionados. De esta forma, la selección del caso siguió la lógica de un muestreo teórico (Eisenhardt, 1989), que apunta a un caso representativo que facilita la exploración de acciones con implicaciones sustentables.

Selección de informantes y recolección de datos

Para expandir el conocimiento de la organización y formalizar su participación en el estudio, se planeó una reunión presencial con el representante legal. La reunión también consistió en una breve entrevista para, además de abordar temas generales, identificar a informantes. Se identificó que el representante legal, quien también manifestó ser fundador de la organización, poseía un dominio amplio de los orígenes, evolución, actividades, planeación, relaciones públicas y control de la cooperativa. Por lo tanto, este personaje fue seleccionado como el informante principal. No obstante, durante la entrevista con el representante legal, otros informantes fueron identificados debido a ser personajes en la organización con conocimientos variados sobre el proceso de acopio de residuos.

posteriormente, se condujeron entrevistas con cuatro informantes: un personal administrativo que gestiona operaciones con proveedores y otros actores de la cadena de valor del reciclaje y tres recolectores de residuos. Las entrevistas contenían preguntas abiertas para obtener información de diversa índole. Algunos de los temas abordados durante las entrevistas fueron: actividades de los informantes y actividades en cada uno de los procesos de la cooperativa, permisos y reglas para operar, la estructura organizacional de la cooperativa, sitios de disposición final para los residuos, la comunicación y coordinación entre los distintos centros de acopio que le venden materiales reciclados a la cooperativa, la capacitación para realizar sus actividades y su frecuencia, impactos económicos, sociales y ambientales de la cooperativa, así como la verificación y seguimiento de sus procesos.

Aunque el protocolo de entrevista incluía esas temáticas, no se restringieron las expresiones de los participantes para obtener así un diálogo abierto que facilitara la emergencia de temas importantes (Einsenhart, 1987). La recolección de información desde fuentes primarias incluyó también observaciones directas y notas relacionadas a las mismas, fotografías, reportes de operaciones y documentos constitutivos del centro de acopio. Además, al participar de manera directa en una capacitación impartida a los colaboradores del centro de acopio por parte de una autoridad municipal, se obtuvo Información adicional relacionada a sus procesos.

Análisis de datos

El análisis de datos se dividió en cuatro fases:

1. **Proceso de reciclaje.** La primera fase consistió en analizar el contenido de las entrevistas, y los demás datos cualitativos, para reconocer las etapas más generales en el proceso de acopio de residuos reciclables. En esta fase, también se buscó reconocer actividades precisas en cada una de las etapas. Para presentar el proceso de acopio de materiales reciclables, se diseñó una lista que mostraba sus etapas generales y sus respectivas actividades específicas.

2. **Aspectos e impactos ambientales.** Posteriormente, los datos fueron analizados para identificar aspectos e impactos ambientales asociados a las actividades que la organización desempeña. Para esto, se consideró el apartado de planificación de la ISO14001 donde se ofrecen definiciones y una guía para la identificación de ambos conceptos. Al respecto, la ISO14001 fue un marco de referencia para este procedimiento de identificación y retomarlo no tuvo la intención de implementar totalmente el sistema de gestión ambiental que en el yace. Para complementar el entendimiento y facilitar la identificación de aspectos e impactos ambientales, también el estudio se apoyó de las recomendaciones de Baltzua (2009).

3. **Evaluación de aspectos e impactos ambientales.** Para guiar la evaluación de aspectos e impactos, se utilizó la matriz presentada por Granda (2012). Para cons-

tituir gradualmente la matriz de Granda (2012), primero se empleó la lista de etapas generales y actividades específicas que resulto del análisis de datos cualitativos; esta lista representó las primeras dos columnas de categoría y subactividad. Después, la tabla fue complementada al agregar 2 columnas que presentan los aspectos e impactos ambientales que también se identificaron al momento de analizar los datos cualitativos.

Respecto a la determinación de los aspectos, identificación e importancia de impactos ambientales, se siguió la metodología propuesta por Conesa (2009), la cual esta secuencialmente explicada en el marco de referencia de este estudio. Para presentar las etapas generales, actividades específicas, aspectos, impactos, valoración de impactos y su magnitud, utilizamos en esta fase una tabla que los concentra (véase Tabla 5). Esta tabla se encuentra en la sección de resultados.

4. Formulación de estrategias de EC para mitigar los impactos. Para elaborar las estrategias, se empleó el cuadro de análisis de 9R que representa el esquema más completo de estrategias que definen la EC en la literatura (Kirchherr et al., 2017). Sin embargo, las descripciones de las 9R fueron reinterpretadas tomando en cuenta que la actividad preponderante de la organización es el servicio de reciclaje y no la elaboración de un producto. Las definiciones, entonces, se adaptaron para describir acciones sustentables de EC para este tipo de sector. Un ejemplo de este proceso de adaptación se presenta en el diagrama de la Figura 1.

Una vez adaptado el esquema de 9Rs, este se aplicó para definir las estrategias. Para esto, los elementos de la matriz de evaluación de actividades e impactos, junto con los datos cualitativos, fueron contrastados con las 9Rs adaptadas. El procedimiento fue el siguiente:

- a. Se analizó cada una de las acciones del centro de acopio y, considerando su impacto ambiental y la importancia de este, se reflexionó inductivamente acerca de acciones (simples o complejas) que podrían combatir el impacto ambiental que causaban. Esta reflexión considero las observaciones que se hicieron al centro, así como los datos cualitativos recabados.
- b. Posteriormente, las acciones concebidas se compararon con las estrategias de EC previamente analizadas, con el fin de identificar en cuál de ellas encajaban (por ejemplo, si la acción estaba relacionada con reciclaje, reúso o remanufactura de algún componente o aspecto del centro de acopio vinculado a sus actividades de reciclaje). Esta comparación permitió ajustar las acciones diseñadas, alineándolas de manera más precisa con las estrategias de EC.
- c. Finalmente, se complementó la Tabla 5 de evaluación de aspectos e impactos ambientales al añadir dos columnas adicionales en las que se mencionan las estrategias con la R de EC correspondiente, que mitigarán a cada uno de los aspectos e impactos ambientales que se derivan del centro de acopio. Por lo tanto, la matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales, así como las respectivas estrategias de EC, se exhiben integralmente en dicha tabla. La Tabla 5 se ubica en la sección de resultados pues concentra todos los hallazgos.

Resultados

Comprensión de la organización y su contexto.

La organización seleccionada es un centro de acopio de materiales (residuos sólidos urbanos) que poseen un valor de mercado. El centro recupera esos materiales para ser sometidos a un proceso de selección y transformación para ser reincorporados a una cadena de valor. Mas allá del acopio, dentro de las actividades preponderantes del centro se encuentran la de comprar y vender los materiales reciclables. Algunos de los materiales son: metales, plásticos, fibras, papel, cartón, residuos sólidos urbanos (RSU) con valor residual, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), baterías secas y húmedas, residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos.

Imagen 1. Organización de residuos en el centro de acopio de materiales reciclables



El centro se encuentra localizado en el Municipio de Oaxaca de Juárez en la zona de Trinidad de Viguera. El centro opera desde hace tres años y cuenta actualmen-

te con 20 colaboradores. La influencia del centro abarca la región de los Valles Centrales del estado de Oaxaca, pues compra materiales de otros centros de acopio que son independientes. Sin embargo, es en la zona de Trinidad de Viguera donde se realizan los procesos de recepción y clasificación de los materiales para seleccionar cuáles pueden ser sometidos a un nuevo proceso de transformación.

Al respecto, la selección incluye separar los residuos que ya no son aptos para tratamiento. En cuanto a los materiales reciclables, una vez que este centro de acopio alcanza la meta de recepción, procede al traslado de estos hacia una planta tratadora ubicada en el estado de Veracruz. Estos traslados se realizan como máximo una vez por semana en un camión.

Imagen 2. Clasificación de residuos en el centro de acopio de materiales reciclables



A pesar de que las actividades que realiza el centro están relacionadas con la Economía Circular (especialmente el reciclaje), los procesos de recepción, separación y traslado de los materiales reciclables generan por sí mismos impactos negativos al

medio ambiente. Un ejemplo de esto son los residuos sin valor que quedan como sobrantes. Dado que la cooperativa no posee un sitio de disposición final para ellos, su disposición final ocurre, en algunas ocasiones, en lugares a cielo abierto.

Impactos ambientales y propuesta de estrategias de mitigación conforme a la Economía Circular.

A continuación, se resumen los hallazgos detectados al analizar el centro de residuos. Se detectaron seis etapas generales en el proceso de acopio de materiales reciclables. En la Tabla 5, que muestra los resultados de manera resumida, estas etapas son identificadas como categorías de actividades. Se observa que en cada categoría uno o varios impactos al medio ambiente se ocasionan. Siguiendo la metodología descrita, se relacionaron estas actividades con estrategias basadas en el modelo de las 9R de la EC de Kirchherr et al. (2017). Las estrategias, son propuestas que se considera coadyuvaran a implementar más y mejores acciones sustentables.

Categoría 1. Recepción de materiales.

En esta categoría se agrupan dos subactividades: entrada de vehículos y pesaje de materiales recibidos. Respecto a la primera subactividad, se encontraron dos aspectos ambientales asociados. El primer aspecto se refiere a emisiones de gases contaminantes por el transporte de materiales, mientras el segundo a la generación de ruidos por el ingreso de vehículos al centro

de acopio. Para el primer aspecto, se detectó que el impacto ambiental asociado es contaminación del aire, dando como resultado un tipo de alerta moderado. Para el segundo aspecto, se encontraron perturbaciones y daños a la salud humana; el tipo de alerta también fue moderado. Considerando la EC, se formularon las siguientes estrategias:

- a. Optimizar el uso de transporte y las rutas de recolección para minimizar emisiones. Conforme al modelo de la EC, esta estrategia se alinea a la R2 que significa “Reducir”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio son varias. Primero, mayor eficiencia en el uso de los vehículos maximiza la cantidad de material reciclable recolectado por unidad de transporte y reduce la necesidad de utilizar más vehículos. Segundo, esta estrategia permite consumir menos combustible.
- b. Disminuir el ingreso de vehículos y optimizar su funcionamiento para reducir la generación de ruidos. Conforme al modelo de la EC, esta estrategia se alinea con la R2 que significa “Reducir”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio son las siguientes. Primero, reducir el ingreso de vehículos requiere establecer rutas y horarios de entrada y salida de los vehículos. Segundo, esta estrategia, reducirá la congestión de vehículos que ocasionan el ruido. Por lo tanto, el centro de acopio evitará ser sancionado por las molestias ocasionadas a las personas que habitan alrededor. Esto además de que ayudaría a mejorar la percepción de las personas acerca de las operaciones del centro también mejoraría la calidad de vida de sus trabajadores.

Respecto a la segunda subactividad, se encontró un aspecto ambiental. Este aspecto se refiere a la falta de equipo de protección para la manipulación de los materiales. Para este aspecto se detectó que el impacto ambiental asociado es daños a la salud humana, dando como resultado un tipo de alerta moderado. De acuerdo con la EC, se formularon las siguientes estrategias:

- a. Dividir en pequeños lotes los materiales para proceder a su peso. Conforme al modelo de la EC, esta estrategia se alinea con la R1 que significa “Repensar”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio se mencionan a continuación: Dividir en pequeños lotes los materiales puede disminuir riesgos de accidentes que se derivan por el manejo de grandes volúmenes de materiales pesados. Al Implementar esta estrategia, el centro de acopio demuestra su compromiso con la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

- b. Proporcionar equipo de protección adecuado a los trabajadores. Conforme al modelo de la EC, esta estrategia se alinea con la R1 que significa “Repensar”. Una de las implicaciones de proporcionar equipo de protección adecuado (cascos, guantes, botas, gafas de seguridad, chalecos reflectantes, protección auditiva, etc.) podría reducir significativamente el riesgo de sufrir accidentes en el lugar de trabajo. Por ejemplo, sufrir lesiones o cortaduras, así como adquirir infecciones graves por las sustancias tóxicas que contienen algunos materiales. Por lo tanto, estas estrategias permitirán al centro de acopio ahorrarse costos que pueden derivarse por la atención médica a sus trabajadores. Proporcionar el equipo implica también incrementar sus costos, pero se sugiere incurrir en este gasto pues el elemento humano es indispensable e importante en las actividades de clasificación y separación de materiales.

Tabla 5. Matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales del centro de acopio analizado

Tabla 9: Matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales del centro de acopio final																				
CATEGORÍA	SUBACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	NATURALEZA (LEGIS)	IMPACTO AMBIENTAL												TIPO DE ALERTA	ENFOQUE (CDS)	ECONOMÍA CÍCLICA	ESTRATEGIA PARA LA ECONOMÍA CÍCLICA
					I	EX	MO	PE	RI	SI	AC	EF	PR	MC	IMP					
Recepción de los materiales	Entrada de vehículos	Emisiones de gases contaminantes por el transporte de materiales	Contaminación del aire	-	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	4.00	2.00	28.00	Moderado	SI	R2 reducir	Optimizar la recepción de materiales para disminuir emisiones	
		Generación de ruidos por el ingreso de vehículos al centro de acopio	Perturbaciones y daños a la salud humana	-	2.00	2.00	4.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	1.00	2.00	26.00	Moderado	SI	R2 reducir	Optimizar el ingreso de vehículos y optimizar su funcionamiento para disminuir la generación de ruidos	
	Peso de materiales recibidos	Falta de equipo de protección para la manipulación de los materiales	Daños a la salud humana	-	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	4.00	4.00	39.00	Moderado	SI	R1 repensar	Dividir en pequeños lotes los materiales para proceder a su peso. Proporcionar equipo de protección a los trabajadores	
Acomodo temporal de los materiales	Almacenamiento de los materiales	Emisiones de gases contaminantes por el manejo de los materiales	Contaminación del aire	-	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	4.00	39.00	Moderado	SI	R8 reducir	Recibir los materiales de empaque y contenedores	
		Fuga de contaminantes por el mal acomodo de los materiales	Contaminación del suelo por generación de residuos	-	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	2.00	54.00	Severo	SI	R1 repensar	Mejorar los procesos de almacenamiento para evitar contaminación	
		Daños a los materiales por la acumulación de ratones, insectos, plagas, etc.	Daños a la salud humana por picaduras de animales (gafas, alacranes, moscos)	-	8.00	4.00	4.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.00	2.00	54.00	Severo	SI	R1 repensar	Mejorar los procesos de almacenamiento para evitar contaminación	
Clasificación de los materiales	Separación por tipo de material	Aumento de residuos por la separación incorrecta de los materiales	Contaminación del suelo por generación de residuos	-	4.00	4.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	42.00	Moderado	SI	R8 reducir	Recibir los materiales de empaque y contenedores	
		Emisiones de polvo o partículas durante la separación	Contaminación del aire	-	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	4.00	42.00	Moderado	SI	R2 reducir	Optimizar el transporte involucrado y optimizar la ruta de traslado	
		Emisiones de gases contaminantes por el transporte de materiales	Contaminación del aire	-	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	4.00	39.00	Moderado	SI	R2 reducir	Optimizar el transporte involucrado y optimizar la ruta de traslado	
Movilización de los materiales desde el centro de acopio	Transportación de los materiales	Emisiones de gases contaminantes por el transporte de materiales	Contaminación del aire	-	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	4.00	39.00	Moderado	SI	R2 reducir	Optimizar el transporte involucrado y optimizar la ruta de traslado	
		Carga de materiales a los medios de transporte	Perturbaciones y daños a la salud humana	-	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	1.00	2.00	28.00	Moderado	SI	R2 reducir	Optimizar la acumulación de materiales mediante una mejor planificación en la carga y descarga	
		Emisiones de gases contaminantes por generación de residuos	Daños a la salud humana y a los ecosistemas	-	8.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	56.00	Severo	SI	R1 rechazar	Revisar los materiales desde el ingreso al centro de acopio	
Gestión de los residuos finales	Residuos enviados a los vertederos	Emisiones de gases contaminantes por generación de residuos	Contaminación del suelo	-	8.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	56.00	Severo	SI	R3 reducir	Revisar los materiales desde el ingreso al centro de acopio	
		Emisiones de gases contaminantes por generación de residuos	Contaminación del suelo	-	8.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	56.00	Severo	SI	R3 reducir	Revisar los materiales desde el ingreso al centro de acopio	
		Emisiones de gases contaminantes por generación de residuos	Contaminación del suelo	-	8.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	56.00	Severo	SI	R3 reducir	Revisar los materiales desde el ingreso al centro de acopio	
Mantenimiento de instalaciones y reparación de la infraestructura	Uso del área que ocupa el centro de acopio	Emisiones de gases contaminantes por generación de residuos	Contaminación del aire	-	8.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	56.00	Severo	SI	R3 reducir	Revisar los materiales desde el ingreso al centro de acopio	
		Consumo de agua y energía en el mantenimiento de la infraestructura	Daños a los ecosistemas	-	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	4.00	39.00	Moderado	SI	R2 reducir	Reducir el uso de agua y energía en los procesos	
		Emisiones de gases contaminantes por generación de residuos	Contaminación del aire	-	8.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	56.00	Severo	SI	R3 reducir	Revisar los materiales desde el ingreso al centro de acopio	
Criterios de evaluación: NI (necesario), EX (extremo), MO (moderado), PE (persistente), RI (reversible), SI (sereno), AC (acumulados), EF (efecto PE (persistente), MC (insostenible), NP (importante)																				

Criterios de evaluación: NI (neutralidad), EX (exclusión), MO (moderado), PE (potencial), RI (riesgo), SI (severo), AC (acumulación), EF (efecto), PR (prioridad), MC (moderado), IMP (importante).

Fuente: elaboración propia con datos recopilados del centro de acopio. Modificada de Granda (2012)

Categoría 2. Acomodo temporal de los materiales: se encontró que esta categoría está constituida por la siguiente subactividad: Almacenamiento de los materiales. En esta subactividad se encontraron tres aspectos ambientales. El primero hace referencia a las emisiones de gases contaminantes, el segundo se refiere a la fuga de contaminantes y el tercero hace alusión a fauna nociva respecto a madrigueras y criaderos de larvas y moscos por mal resguardo de materiales. Para el primer aspecto, se detectó que el impacto ambiental relacionado es la contaminación del aire. Dando como resultado un tipo de alerta moderado. Para el segundo, se identificó contaminación del suelo por la generación de residuos. dando como resultado un tipo de alerta moderado. El tercero implica riesgos a la salud humana por picaduras de animales (arañas, alacranes, moscos) dando como resultado un tipo de alerta moderado. De acuerdo con el modelo de la E.C. se formularon las siguientes estrategias para impactos moderados:

a. Reciclar los materiales de embalaje y contenedores periódicamente. Conforme al modelo de la EC, esta estrategia se alinea a la R8 que significa “Reciclar”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio son varias. Primero, reciclar los embalajes y contenedores evita que la empresa adquiera nuevos materiales. Segundo, esta estrategia contribuye a la conservación de materiales. Tercero, esta estrategia optimiza los espacios de almacenamiento al maximizar su funcionamiento seguro; contenedores en buen estado y limpios evita riesgos a la salud de los recicladores.

b. Mejorar los procesos de almacenamiento para evitar contaminación. Conforme al modelo de la EC, esta estrategia se alinea a la R1 que significa “Repensar”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio se mencionan a continuación: Primero, puede evitar que materiales peligrosos, como baterías o plásticos con sustancias tóxicas, se mezclen o se liberen de sus contenedores. Segundo, evita la fuga de contaminantes que pueden alterar las propiedades de materiales reciclables y volverlos inutilizables. Tercero, maximiza la recuperación de materiales reciclables. Por consiguiente, el centro de acopio aumentará sus ingresos al contar con mayor volumen de material para su venta. Por otro lado, evitará costos al aplicar acciones que mitiguen los impactos negativos derivados de la contaminación.

c. Disminuir la acumulación de materiales que fomenten las madrigueras y criaderos. Conforme al modelo de la EC, esta estrategia se alinea a la R2 que significa “Reducción”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio son varias. Primero, permite que los espacios se conserven limpios y organizados para evitar la propagación de plagas. Segundo, un almacenamiento bien organizado evita obstrucciones y caos en las instalaciones. Lo que a su vez facilitará el flujo en las operaciones. Con estas estrategias, el centro de acopio evitará la propagación de enfermedades, disminuirá sus costos asociados a la salud de sus trabajadores y optimizará el tiempo que invierte en sus operaciones.

Categoría 3. Clasificación de los materiales: se encontró que esta categoría está constituida por la siguiente subactividad.

Separación por tipo de material. En esta subactividad se hallaron dos aspectos ambientales. Primero, aumento de residuos por la separación incorrecta de los materiales. Segundo, emisiones de polvo o partículas que se generan durante la clasificación. Para el primer aspecto, se detectaron dos impactos ambientales asociados. El primero, contaminación del suelo por la generación de residuos, dando como resultado un tipo de alerta severo, y el segundo, contaminación del agua por la generación de residuos, dando como resultado un tipo de alerta moderado. Para el segundo aspecto, se encontró que el impacto ambiental asociado es la contaminación del aire por la generación de residuos, dando como resultado un tipo de alerta moderado. Al respecto, se proponen las siguientes estrategias para mitigar estos impactos ambientales:

a. Procesar de manera correcta los materiales para que la separación sea precisa. Esta estrategia se alinea a la R8 que significa “Reciclar”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio son varias. Primero, separar de manera correcta los materiales, evita la contaminación cruzada entre los diferentes tipos de materiales y reduce la necesidad de emplear trabajo adicional para limpiar los materiales contaminados. Segundo, esta estrategia mejora la recuperación de los materiales reciclables y reduce la cantidad de residuos que terminan en vertederos o que son incinerados. Por lo tanto, el centro de acopio disminuirá los costos asociados con la contratación de mano de obra y optimizará los tiempos invertidos en sus operaciones.

b. Mejorar la eficiencia en la clasificación de los materiales para disminuir el volumen de residuos. Esta estrategia se alinea a la R2 que significa “Reducir”. La eficiencia en la clasificación permite recuperar más materiales reciclables y reduce la cantidad de residuos que terminan en vertederos y que contaminan los ecosistemas. Segundo, maximiza el uso de los materiales reciclables. Como consecuencia, el centro de acopio maximiza sus márgenes de ganancias por una mayor recuperación de materiales reciclados.

c. Disminuir las emisiones de polvo mediante sistemas de filtrado. Esta estrategia se alinea a la R2 que significa “Reducir”. Las implicaciones que esta estrategia tiene son las siguientes: Primero, implementar sistemas de filtrado, reduce significativamente la exposición al polvo, que trae como consecuencia enfermedades a los trabajadores y vecinos. Segundo, esta estrategia puede disminuir el polvo que se genera en el aire y que puede obstaculizar la visibilidad. Tercero, evita crear superficies resbaladizas por la acumulación de polvo.

Categoría 4. Movilización de los materiales desde el centro de acopio: se encontró que esta categoría está constituida por las siguientes dos subactividades: Transportación de los materiales y carga de los materiales a los medios de transporte. Respecto a la primera subactividad, se encontró un aspecto ambiental asociado a emisiones de gases contaminantes por el transporte de materiales. Para el segundo, se detectó la generación de ruidos por la manipulación de los materiales. Para el primer aspecto, se encontró que el impacto ambiental asociado es contaminación del

aire. Para el segundo aspecto, se descubrieron perturbaciones y daños a la salud humana. De acuerdo con la EC, se formularon las siguientes estrategias para estos impactos moderados:

- a. Disminuir el transporte innecesario y optimizar las rutas de traslado. Esta estrategia se alinea a la R2 que significa “Reducir”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio son varias. Primero, mayor eficiencia en el uso de los vehículos permite una mayor capacidad de carga. Segundo, disminuye la necesidad de adquirir o rentar vehículos innecesarios. Tercero, consumir menos combustible.
- b. Reducir la intensidad de ruidos mediante una mejor planificación en la carga y descarga. Esta estrategia se alinea a la R2 que significa “Reducir”. Una implicación que tiene esta estrategia es que contribuye a proteger la salud auditiva de los empleados que trabajan en el centro y de las personas vecinas. Segundo, reduce el riesgo de sufrir accidentes laborales por la dificultad de escuchar señales de advertencia. A través de esta estrategia, el centro de acopio demuestra su interés por el bienestar y seguridad de sus trabajadores y de las personas aledañas.

Categoría 5. Gestión de los residuos finales: se encontró que esta categoría está constituida por la siguiente subactividad. Residuos enviados a los vertederos. En esta subactividad, se hallaron dos aspectos ambientales asociados. El primero se refiere a emisiones de gases contaminantes por generación de residuos. El segundo, liberación de vertidos inadecuados. Para el primer aspecto, se descubrió que el impacto ambiental asociado es daños a la salud

humana y a los ecosistemas, dando como resultado un tipo de alerta severo. Para el segundo, el resultado es un tipo de alerta severo. De acuerdo con la EC, se formularon las siguientes estrategias:

- a. Gestionar los materiales desde el ingreso al centro de acopio. Esta estrategia se alinea a la R0 que significa “Rechazar”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio son varias. Primero, definir una política que muestre a los proveedores las especificaciones que deben cumplir para vender los materiales al centro de acopio. Segundo, disminuye el volumen de materiales que no pueden ser reciclados. Tercero, evita la acumulación de residuos en los vertederos y que pueden liberar gases contaminantes nocivos para la salud. Por consiguiente, el centro de acopio contribuye a preservar el medio ambiente y disminuye los tiempos que invierte en la clasificación de los residuos.
- b. Acondicionar un área para colocar los residuos que puedan ser aprovechados en otros procesos. Esta estrategia se alinea a la R3 que significa “Reutilizar”. Las implicaciones que esta estrategia tiene para el centro de acopio son varias. Primero, organización en sus procesos. Segundo, facilita la reincorporación de los residuos a la cadena de valor. Como resultado, la empresa mejora la eficiencia en sus procesos e incrementa sus ingresos por la venta de residuos a otras empresas que puedan aprovecharlos.

Categoría 6. Mantenimiento de instalaciones y reparación de la infraestructura. Se encontró que esta categoría se constituye por la siguiente subactividad. Limpieza del área que ocupa el centro de

acopio. En esta subactividad, se encontraron dos aspectos ambientales asociados. El primero se refiere a emisiones de polvo o partículas durante el mantenimiento del centro de acopio. El segundo, consumo de agua y energía en el mantenimiento y reparación. Para el primer aspecto se halló que el impacto ambiental asociado es la contaminación del aire, dando como resultado un tipo de alerta moderado. Para el segundo se encontró daños a los ecosistemas, dando como resultado un tipo de alerta moderado. De acuerdo con la EC, se formularon las siguientes estrategias para mitigar estos impactos:

- a. Reducir el polvo con la utilización de aspiradoras industriales. Esta estrategia se alinea a la R2 que significa “Reducir”. Una implicación de esta estrategia es que reduce la liberación de partículas y sustancias peligrosas como metales pesados y productos químicos. Segundo, disminuye el riesgo de que los trabajadores y personas cercanas padezcan enfermedades por la exposición a sustancias peligrosas. Tercero, reduce la acumulación de polvo en la maquinaria y equipo. Cuarto, evita superficies resbaladizas que pueden ocasionar accidentes. En consecuencia, esta estrategia permite que el centro de acopio garantice la seguridad de sus trabajadores, garantiza el funcionamiento eficaz de la maquinaria y equipo y reduce sus costos al evitar adquirir nueva tecnología.
- b. Minimizar el uso de agua y energía en los procesos. Esta estrategia se alinea a la R2 que significa “Reducir”. Las implicaciones de esta estrategia son las siguientes: Primero, implementar sistemas de reciclaje de agua que disminuya la explotación de este

recurso natural. Segundo, instalación de un sistema de paneles solares que, como consecuencia, el centro de copio demostrará su responsabilidad con el medio ambiente y disminuirá los costos que genera por la adquisición de agua y energía.

Conclusiones

En este documento se ha presentado el caso de un centro de acopio de materiales reciclables en el estado de Oaxaca. Esta organización facilita la economía circular al generar procesos para la reutilización y mejor disposición de los residuos. Sin embargo, las acciones emprendidas por la organización también generan daños al medio ambiente y a las personas que la conforman. En este documento se identificaron los impactos ambientales de la organización y se propusieron estrategias para una mejor gestión ambiental desde el marco de la economía circular.

El centro de acopio genera contaminación del aire, del suelo, y afectaciones en la salud de los trabajadores y al ecosistema de forma moderada, en lo general. En particular, la contaminación del suelo por una incorrecta separación de materiales, el derrame de lixiviados; así como los efectos negativos a la salud por emisiones de gases contaminantes, se consideran graves. Se propone reducir, repensar, rechazar, reciclar y reutilizar; bajo estos principios se pueden mejorar los procesos del centro de acopio y mejorar su gestión ambiental.

Los resultados apuntan a la conveniencia de que la organización avance hacia

una mejor gestión ambiental; esto será de beneficio para sus integrantes en cuanto a mejores condiciones de salud física y psicológica. Además, un menor impacto ambiental favorecerá la relación con diferentes partes interesadas. Cabe señalar que estos avances pueden también generar beneficios económicos, al hacer más eficientes los procesos, generar ahorros por un mejor aprovechamiento de los recursos, y funcionar como una ventaja sobre otras organizaciones, y con ello acceder a distinciones, proveedores y clientes, y fuentes de financiamiento comprometidos con el medio ambiente.

En el ámbito académico, el documento muestra como la gestión ambiental es una forma en la que se puede operacionalizar la economía circular, para lo cual se pueden desarrollar estrategias como: reducir, repensar, rechazar, reciclar y reutilizar; que facilitan la apropiación de un enfoque circular en las pequeñas organizaciones. En el campo de las políticas públicas la investigación evidencia la necesidad de visibilizar e impulsar las acciones voluntarias que se realizan.

Las limitaciones de la investigación tienen que ver con que se analizó a una sola organización, y los resultados son descriptivos. Investigaciones posteriores pueden emplear la investigación acción participativa para facilitar la implementación de las estrategias propuestas; e indagar en las variables antecedentes y consecuentes de la gestión empresarial.

Referencias bibliográficas

- Almeida-Guzmán, M., & Díaz-Guevara, C. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. *Estudios de La Gestión. Revista Internacional de Administración*. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10>
- Baltzua, H. (2009). *Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales*.
- Becchetti, L., Bova, D., & Raffaele, L. (2025). Win together or lose alone: Circular economy and hybrid governance for natural resource commons. *Journal of Cleaner Production*, 486, 144520. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144520>
- Conesa Fernández, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Durán Romero, G. (2022). Políticas y estrategias en economía circular: avances y retos futuros. *Economía y Medio Ambiente*, 171–176.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Journal*, 14(4), 532–550. <https://doi.org/10.5465/AMR.1989.4308385>.
- Ezeudu, O. B., & Ezeudu, T. S. (2019). Implementation of circular economy principles in industrial solid waste management: Case studies from a developing economy (Nigeria). *Recycling*,

- 4(4). <https://doi.org/10.3390/recycling4040042>
- Ferreira, S., Cabral, M., da Cruz, N. F., & Marques, R. C. (2014). Economic and environmental impacts of the recycling system in Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 79, 219–230. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.026>
- Finnveden, G. (2000). On the Limitations of Life Cycle Assessment and Environmental Systems Analysis Tools in General. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 4(5), 229–238. <https://doi.org/10.1065/Ica2000.04.023>
- Gonçalves, A., & Franco, M. (2024). Health product innovation and circular economy: A case study of inter-organisational cooperation in the development of a new firm. *Journal of Cleaner Production*, 435. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140502>
- Granda Giler, S. M. (2012). *Escuela politécnica del ejército carrera de ingeniería geográfica y del medio ambiente proyecto de grado para la obtención del título de ingeniería*.
- Granly, B. M., & Welo, T. (2014). EMS and sustainability: Experiences with ISO 14001 and Eco-Lighthouse in Norwegian metal processing SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 64, 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.007>
- Greenleaf. (n.d.). *Identificación y evaluación de impactos ambientales*.
- Harris, S., Martin, M., & Diener, D. (2021). Circularity for circularity's sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy. In *Sustainable Production and Consumption* (Vol. 26, pp. 172–186). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.018>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Hossain, M. U., & Ng, S. T. (2018). Critical consideration of buildings' environmental impact assessment towards adoption of circular economy: An analytical review. *Journal of Cleaner Production*, 205, 763–780. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.120>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. In *Resources, Conservation and Recycling* (Vol. 127, pp. 221–232). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Le, T. T., Tran, P. Q., & Dhar, B. K. (2024). Circular economy and social life cycle assessment: The role of corporate renewable energy strategies, environmental justice, and environmental impacts. *Journal of Cleaner Production*, 485. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144387>
- Lima, P. de M., Morais, M. F. de, Constantino, M. A., Paulo, P. L., & Magral-

- hães Filho, F. J. C. (2021). Environmental assessment of waste handling in rural Brazil: Improvements towards circular economy. *Cleaner Environmental Systems*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100013>
- Milios, L., Holm Christensen, L., McKinnon, D., Christensen, C., Rasch, M. K., & Hallstrøm Eriksen, M. (2018). Plastic recycling in the Nordics: A value chain market analysis. *Waste Management*, 76, 180–189. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2018.03.034>
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019a). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019b). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
- Paletta, A., Leal Filho, W., Balogun, A. L., Foschi, E., & Bonoli, A. (2019). Barriers and challenges to plastics valorisation in the context of a circular economy: Case studies from Italy. *Journal of Cleaner Production*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118149>
- Pilipenets, O., Gunawardena, T., Hui, F. K. P., Mendis, P., & Aye, L. (2025). A novel circular economy framework: Assessing process circularity through resource flow and emissions analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 215, 108083. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.108083>
- Potting, J., Hanemaaijer, A., Dlahayer, R., Ganzevles, J., Hoekstra, R., & Lijzen, J. (2018). *Circular economy: what we want to know and can measure system and baseline assessment for monitoring the progress of the circular economy in the Netherlands*.
- Raina, R. S. (2003). Disciplines, institutions and organizations: Impact assessments in context. *Agricultural Systems*, 78(2), 185–211. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00126-4](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00126-4)
- Rebollo, J. M., Corma, P., Sirianni, G., & Castilla, R. (2000). Modelo para la determinación de aspectos e impactos medioambientales en el sector cerámico. *EDICERAM*, 1, 1937.
- Rendell, E. G., & McGinty, K. A. (2004). *Environmental Management Systems A Guidebook for Improving Energy and Environmental Performance in Local Government*.
- Ritter, M., Schilling, H., Brüggemann, H., Fröhlich, T., Goldmann, D., Henze, R., Kuhlmann, M., Mennenga, M., Mrotzek-Blöß, A., Niemeyer, J. F., Schmidt, K., Spengler, T., Sturm, A., Vietor, T., Woisetschlager, D. M., & Kauffeld, S. (2024). Towards achieving the sustainable development goals: a collaborative action plan leveraging the circular

- economy potentials. *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift Fur Angewandte Organisationspsychologie*, 55(2), 175–187. <https://doi.org/10.1007/s11612-024-00733-9>
- Roos, G., & Agarwal, R. (2015). Services innovation in a circular economy. In *The Handbook of Service Innovation* (pp. 501–520). Springer-Verlag London Ltd. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6590-3_23
- Sampedro-Beneyto, V., Agulló-Torres, A., Del_Campo-Gomis, F. J., & Arias-Navarro, I. (2024). Influence of social factors and environmental behaviour in the knowledge and opinion about circular economy. *Futures*, 164. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103490>
- Singagerda, F. S., Dewi, D. A., Trisnawati, S., Septarina, L., & Dhika, M. R. (2024). Towards a Circular Economy: Integration of AI in Waste Management for Sustainable Urban Growth. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5(1), e02642. <https://doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v5.n01.pe02642>
- Tosi, D., Gusmerotti, N. M., Testa, F., & Frey, M. (2024). How companies navigate circular economy paradoxes: An organizational perspective. *Journal of Environmental Management*, 353. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120269>
- Udo De Haes, H. A. (1993). Applications of life cycle assessment: expectations, drawbacks and perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 1(3–4).
- Walmsley, T. G., Ong, B. H. Y., Klemeš, J. J., Tan, R. R., & Varbanov, P. S. (2019). Circular Integration of processes, industries, and economies. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 107, pp. 507–515). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.03.039>

Gobernanza ambiental local en la gestión de residuos sólidos urbanos: el caso de Santa María Coyotepec, Oaxaca¹

Haidi Medina Martínez²; Elia María del Carmen Méndez García³

Resumen

En la literatura, no se ha profundizado en el estudio de las estrategias que emplean los gobiernos locales para contar con una Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GRSU) conforme a sus necesidades. El cierre del basurero de Zaachila, en 2022, representó para veinticinco municipios de la Zona Metropolitana de Oaxaca el inicio de una crisis en la GRSU. El presente trabajo forma parte de una investigación en curso y tiene por objetivo comprender las estrategias desplegadas en un munici-

pio regido por Sistema Normativo Indígena ante la crisis de GRSU y la falta de un Sitio de Disposición Final (SDF): Santa María Coyotepec. Se empleó una metodología cualitativa basada en entrevistas semiestructuradas (con guion de entrevista calibrado) a actores clave (autoridades municipales), observación participante y talleres de grupo. Se detectaron seis estrategias de GRSU: cercanía y relación con Villa de Zaachila, acuerdos con Grupos de Pепенadores Informales (GPI), convenios con iniciativas privadas, apoyo gubernamental, participación ciudadana y fortaleza de instituciones comunitarias. Se concluyen dos aspectos preliminares: 1) en las estrategias de GRSU del municipio se observa una transición forzada por la crisis ambiental de residuos. Sin embargo, falta firmeza en el actuar de las autoridades para implementar y dar seguimiento a las estrategias. 2) el sujeto femenino se caracteriza por encontrarse al frente y hacerse cargo de las actividades relacionadas con la GRSU. Esto último remarca la división sexual del trabajo en la comunidad.

Palabras clave: estrategias, GRSU, Sistemas Normativos Indígenas, sujeto femenino.

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación "Gobernanza ambiental en la gestión de residuos sólidos urbanos en Santa María Coyotepec y San Sebastián Tutla, Oaxaca" en (2023), como requisito para optar al título de Maestra en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional y del proyecto de investigación Clave SIP 20240916 "Memoria comunitaria para construir justicia ambiental: La gestión del agua desde el metabolismo social en Analco, Oaxaca" (2023 y 2024), financiado por la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional.

2 Licenciada en Biología. Estudiante de la Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca de Juárez, México. E-mail: hmedinam2300@alumno.ipn.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8318-579X>

3 Doctora en Sociología. Maestra en Lingüística Aplicada. Licenciada en Lengua y Literatura Hispánicas. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Profesora Investigadora. Oaxaca de Juárez, México. E-mail: emendezg@ipn.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2256-4731>

Local environmental governance and urban solid waste management: the case of Santa María Coyotepec, Oaxaca

Abstract

In the literature, there has been no in-depth study of the strategies used by local governments to have Urban Solid Waste Management (USWM) in accordance with their needs. The closure of the Zaachila landfill in 2022 represented for twenty-five municipalities in the Metropolitan Zone of Oaxaca the beginning of an MSWM crisis. This paper is part of an ongoing research and aims to understand the strategies deployed in a municipality governed by the Indigenous Normative System in the face of the GRSU crisis and the lack of a Final Disposal Site (SDF): Santa María Coyotepec. A qualitative methodology was used based on semi-structured interviews (with a calibrated interview script) with key actors (municipal authorities), participant observation and group workshops. Six GRSU strategies were detected: proximity and relationship with Villa de Zaachila, agreements with Informal Waste Pickers Groups (GPI), agreements with private initiatives, governmental support, citizen participation and strength of community institutions. Two preliminary aspects can be concluded: 1) the municipality's MSWM strategies show a forced transition due to the environmental waste crisis. However, there is a lack of firmness in the actions of the authorities to implement and follow up on the strategies. 2) the female subject is characterized

by being at the forefront and in charge of the activities related to MSWM. The latter highlights the sexual division of labor in the community.

Keywords: strategies, MSWM, Indigenous Normative Systems, female subject.

Introducción

La problemática ambiental entorno a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se asocia con factores como: el crecimiento urbano y económico, los patrones de consumo vinculados a una economía lineal, la falta de conciencia ambiental, la infraestructura para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GRSU) y las normativas y políticas públicas, entre otros (Minghua et al., 2009; ONU, 2018; Singh et al., 2023, Mujtaba et al., 2024). La mayoría de estos factores se ven influidos por las acciones de los gobiernos. Cerca del 70% de los países del mundo cuentan con una institución responsable de la elaboración de leyes y regulaciones para RSU (Kaza et al., 2018). Sin embargo, el 70% de los servicios relacionados con RSU son responsabilidad de las autoridades locales (Kaza et al., 2018). México no es la excepción. La descentralización del poder les confirió a los municipios mexicanos la responsabilidad de gestionar los RSU en 1988, a través de la Ley General de Equilibrio Ecológico

y Protección al Ambiente (LGEEPA) (Figueroa Sánchez y Cruz-Morales, 2019). Esta descentralización no ha asegurado una efectiva GRSU en los gobiernos locales. Un ejemplo es el cierre del SDF de Zaachila a mediados de 2022, que exacerbó la GRSU en los municipios de la Zona Metropolitana de Oaxaca (ZMO) (La Jornado, 2022a).

El SDF de Zaachila recibía cerca de 850 toneladas diarias de RSU provenientes de veinticinco municipios conurbanos (Meganoticias, 2022), y su cierre causó la suspensión temporal de los servicios de recolección (El Universal Oaxaca, 2022a). Algunos municipios implementaron soluciones temporales como recolectar residuos orgánicos y almacenar los RSU en terrenos baldíos (El Universal Oaxaca, 2022b; La Capital, 2022) o en las cercanías a la Central de Abastos en Oaxaca de Juárez (Estado Actual, 2022). La situación de los RSU se catalogó como una crisis sanitaria por la acumulación de basura en áreas públicas (EDUCA, 2022; NVI Noticias, 2022b; Quadratin, 2022a). A la fecha actual, el Gobierno del Estado busca desarrollar proyectos como el Centro Integral de Revalorización de los Residuos Sólidos Urbanos (CIRSUR), que ha tenido problemas para su instalación y construcción en un municipio definido (EDUCA, 2024).

A partir del cierre del SDF de Zaachila, cada municipio ha tenido que buscar e implementar estrategias para subsanar la falta de un SDF (El Universal, 2022a). La situación no es la excepción para los municipios por Sistemas Normativos Indígenas (SNIn), o municipios por usos y

costumbres. Los municipios SNIn se rigen por medio de la auto determinación de sus usos y costumbres, que les permite la toma de decisiones en instituciones como la asamblea comunitaria (Canedo Vásquez, 2008). La asamblea comunitaria promueve los procesos de gobernanza en diferentes asuntos de interés común (Cruz-Meléndez y Aguillón-Chávez, 2022). Sin embargo, no se encuentra exenta de tensiones y conflictos (Antinori y Bray, 2005).

Los ciudadanos electos a un puesto en la administración de los municipios por SNIn presentan dos roles de identidad en la comunidad. El primero, el rol de ciudadano de la comunidad, y el segundo, el rol de funcionario público (Juan Martínez, 2022). Además, el nivel educativo de los integrantes del ayuntamiento o cabildo impactará en la implementación de políticas públicas y en los resultados de la gestión municipal (Martínez y Carrera, 2016).

El concepto de gobernanza permite examinar la toma de decisiones y la participación de actores (Estado, instituciones, sector mercantil y sociedad civil) en la construcción de políticas públicas que satisfagan un reto u objetivo (Cerrillo, 2005) y conlleve a la autogestión de los bienes comunes (Juárez et al., 2023). Con la gobernanza ambiental (GA), los actores asignan un valor al ambiente y adoptan acciones orientadas a mitigar el impacto de las actividades humanas (Molina-Orjuela, 2014).

La investigación sobre la GRSU en la literatura se ha centrado en la generación, caracterización, diagnóstico de RSU y los impactos ambientales en áreas específicas

(Calva-Alejo y Rojas-Caldelas, 2014; Gran y Bernache, 2016; Sánchez-Muñoz et al., 2019; Bartra y Delgado, 2020; Tineo y Valiente, 2022). Sin embargo, las estrategias de los gobiernos locales para desarrollar una GRSU adaptada a sus necesidades han sido escasamente estudiadas. Además, no se han explorado a profundidad los procesos de gobernanza desde la perspectiva de un municipio en crisis de RSU por el cierre de un SDF.

El presente trabajo forma parte de una investigación en curso y tiene por objetivo comprender las estrategias implementadas en el municipio de Santa María Coyotepéc, municipio por SNIn, para enfrentar la crisis de RSU derivada del cierre del SDF de Zaachila en la ZMO. El capítulo de libro se encuentra conformado por cuatro apartados. El primero aborda el marco de referencia, donde se explican el fenómeno de estudio y se presenta un análisis de las investigaciones que estudian la GA en la GRSU. En el segundo apartado se describe la metodología cualitativa empleada para el desarrollo de la investigación. El tercer apartado presenta los resultados obtenidos y las discusiones. Por último, en el cuarto apartado se presentan las conclusiones preliminares de la investigación.

Marco de referencia

La Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en México

La GRSU es el conjunto de actividades relacionadas con la manipulación de

los RSU (Sáez y Urdaneta, 2014). Estas actividades incluyen funciones administrativas, financieras, legales, de planificación, de ingeniería (Rondón et al., 2016), y aspectos técnicos medioambientales y sanitarios, que se adaptan a las características y recursos disponibles (Gallardo y Colomer, 2011; López-Yamunaqué e Iannacone, 2023). El objetivo de la GRSU es proporcionar condiciones de vida sanitarias para reducir la cantidad de materia que entra o sale de la sociedad (Demirbas, 2011). Esto garantiza la eliminación de los materiales desechados de la fuente o lugar donde se generan a través del reciclaje, tratamiento o la disposición segura (Segura et al., 2020). La GRSU permite transformar la cultura de eliminación por prácticas de producción y consumo sostenibles (Rondón et al., 2016).

La GRSU está compuesta por seis etapas: generación, pre-recolección, recolección, transferencia y transporte, tratamiento y disposición final o eliminación (Tchobanoglous et al., 1994). Considerar si una zona o región cuenta con una GRSU adecuada, dependerá de la forma en que se aborden estas etapas. Las prácticas inadecuadas en la GRSU tienen consecuencias graves para el medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y la salud humana (Ferronato y Torreta, 2019; Yaashikaa et al., 2022).

La participación de los gobiernos centrales en los servicios de RSU es poco frecuente, usualmente solo se encargan de la supervisión normativa o las transferencias fiscales (Kaza et al., 2018). Los servicios de RSU son supervisados por gobiernos

locales (Kaza et al., 2018). Sin embargo, la GRSU de las administraciones municipales se ve afectada por una operación inadecuada y por la falta de infraestructura correspondiente a las necesidades de sus poblaciones (Alfaia, Costa y Campos, 2017).

El vertido o disposición final en rellenos sanitarios o basureros es la forma de eliminación mayormente usada por las naciones, por sus bajos costos y pocos requisitos técnicos (Yaashikaa et al., 2022). Su implementación y uso debe ir acompañado de regulación y supervisión, la falta de ellos propicia la disposición de RSU en rellenos sanitarios o basureros controlados a rellenos sanitarios o basureros a cielo abierto (Bernache, 2012).

En México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) se estableció como normativa específica para el manejo y tratamiento de los residuos en 2003 (Cámara de Diputados, 2015). La LGPGIR establece las responsabilidades y acciones para cada nivel de gobierno: federal, estatal y municipal. El gobierno federal es responsable de elaborar y dirigir la política nacional de RSU. Los gobiernos estatales alinean su política estatal de RSU con la política federal. Los gobiernos locales (municipios) son responsables de la GRSU (recolección, traslado, tratamiento y su disposición final) y deben contar con Programas de RSU y reglamentos alineados a la política federal (Cámara de Diputados, 2015). Sin embargo, los recursos económicos y técnicos asignados por los gobiernos locales a menudo son insuficientes para la GRSU (Galileia et al.,

2011). Los gobiernos municipales de México enfrentan retos para implementar estrategias viables en la gestión ambiental de los RSU, algunos de ellos son la cantidad creciente de residuos, los requerimientos económicos para la recolección y disposición, la falta de infraestructura completa, el control de la contaminación, la falta planeación y la escasa participación social en los procesos de gestión (Bernache Pérez, 2015). A continuación, se presentan las investigaciones que han estudiado la GA en la GRSU en México.

La Gobernanza ambiental mexicana en la GRSU

El concepto de gobernanza fue introducido por Kooiman al ámbito académico y lo empleó para describir los cambios en el modelo tradicional de gobernar (de un proceso unidireccional a uno multi-direccional) (Martínez y Espejel, 2015). La investigación de Kooiman destacó cómo la participación de los actores sociales influía en las decisiones del gobierno a través de redes de interacciones (Martínez y Espejel, 2015). La gobernanza se define como el conjunto de normas, principios y valores que rigen la interacción de los actores en la construcción de políticas públicas (Cerrillo, 2005). Su objetivo es la autogestión de los bienes comunes (Juárez et al., 2023), e incluye a los de carácter ambiental.

La GA se define como el proceso de formulación y ejecución de procedimientos y prácticas para el acceso, control y uso de los recursos naturales (de Castro et al., 2015). Surgió como respuesta a desafíos

ambientales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación (Agrawal et al., 2022). Su enfoque no se limita solo a la gestión de los recursos naturales, también permite a los individuos y las comunidades asignar un valor al medio ambiente y orientar sus acciones hacia la mitigación del impacto negativo de las actividades humanas (Molina-Orjuela, 2014).

En la investigación científica, la gobernanza estudia la limitada capacidad del gobierno para ejecutar políticas públicas, ante el aumento de la utilización de recursos por parte de la sociedad; procesos de colaboración, vinculación, codirección, regulación e implementación; la eliminación de límites entre los sectores públicos y privados, y procesos de transición de un gobierno tradicional a uno abierto caracterizado por la participación de los actores sociales (Martínez y Espejel, 2015). Las investigaciones de GA se caracterizan por una perspectiva crítica desde la ecología política, la economía ecológica, la geografía crítica y la justicia ambiental (Espinoza 2023).

En México, las investigaciones de la GA en la GRSU abordan la problemática desde el actuar institucional. Turcott et al., (2021) estableció una herramienta de tres categorías de indicadores (legislación y políticas, desarrollo de empleados y economía) y fue aplicada en 66 municipios del Estado de México. En legislación, el 20% de los municipios cuentan con una normativa actualizada, sin embargo, los autores sugieren un incumplimiento de la legislación municipal por la falta de recursos. En el desarrollo de empleados, el 60% de

los municipios cuentan con información y solo el 6% cumplen con los requisitos de formación académica y de experiencia. En economía, la mayoría de los municipios no cuentan con un presupuesto específico para la GRSU. Los autores destacan la falta de políticas adaptadas a las necesidades locales, y de presupuestos y tarifas específicas para la sostenibilidad económica de la GRSU.

Venancio-Flores y Bernal-González (2021) analizaron las condiciones y procesos para la planificación de la GRSU en veintidós municipios de la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT). La investigación empleó el enfoque de redes de gobernanza para identificar las relaciones entre actores. El resultado fue una insuficiencia en la GRSU, que rebasa la capacidad administrativa de los ayuntamientos. La GRSU es deficiente por la falta de técnicas de recolección y disposición final. La mayoría de los municipios no cuentan con un SDF, dependen de los sitios de los municipios vecinos. Sin embargo, la falta de separación de RSU ha causado problemas en el deterioro del suelo y agua en los sitios municipales. Los gobiernos estatales y federales han planteado la creación de un nuevo SDF para la zona, que ha causado conflictos para definir el lugar. Los autores catalogan la GRSU como un modelo jerárquico de gobierno, donde las estrategias y acciones dependen de la voluntad política. Los gobiernos locales dependen de los lineamientos y recursos estatales y federales. La planificación y GRSU en los municipios de la ZMT se encuentra en consolidación.

Fregoso-Cuenca (2021) analizó la gobernanza en la GRSU en la construcción e implementación de políticas públicas en los nueve municipios del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG). Su investigación detectó la implementación de la gobernanza a nivel institucional a través de mesas de trabajo en los municipios del AMG. Sin embargo, los procesos de gobernanza se caracterizan por una escasa participación de la sociedad. En las mesas de trabajo, no se contempla la participación de colectivos y ONG's por conflictos con los gobiernos locales. La ciudadanía es representada por medio del Consejo Ciudadano Metropolitano, sin embargo, los ciudadanos participantes no tiene facultades, capacidades e interés en la toma de decisiones. La ciudadanía presenta una desconfianza por las acciones y políticas públicas implementadas por el gobierno estatal y local. La investigación destaca como problemática en la GRSU de los municipios la desigualdad de recursos destinados. La mayoría de ellos toman decisiones enfocadas a proteger más la economía que a la perspectiva social y ambiental. Los municipios del AMG participan en un proyecto de GRSU regional, que presenta las siguientes problemáticas: existencia de una monopolización de los servicios y formas de actuar, existencia de corrupción en la licitación de proyectos y cuestionamiento de los gobiernos locales por la capacidad del ciudadano para comprender la temática.

Cruz-Paz et al., (2023) describieron los modos de gobernanza de los RSU y sus interacciones para el municipio de Villaflores, Chiapas, y sus localidades (cincuenta localidades), el cual forma parte de la Reserva de la Biosfera La Sepultura

(REBISE). Los autores detectaron modos de gobernanza híbridos y combinados de interacción (jerárquico-mercado, jerárquico-redes y mercado-redes). En la investigación el modo jerárquico-mercado se subdividió en dos niveles conforme a la jurisdicción: jerárquico municipal-mercado y jerárquico ejido-mercado. Los autores destacan la importancia de los modos de gobernanza de los RSU en el mercado y en la red como son las campañas de recolección de RSU (descacharrización) y la venta de RSU. En las actividades participan actores del sector salud, del gobierno local, empresas locales de recolección y recolectores de RSU. Cruz-Paz et al., (2023) destacan la existencia de diferencias en los procesos de gobernanza conforme a la presencia o ausencia de actores e instituciones a nivel local y municipal.

En Oaxaca, Juárez et al (2023) estimaron la GA en la GRSU en los 570 municipios del estado de Oaxaca. El estudio se realizó entre 2020- 2021 y consistió en entrevistas a autoridades municipales. Los autores propusieron una herramienta de cuatro categorías generales con once indicadores. Sin embargo, no considera la toma de decisiones en el proceso de GA y las estrategias requeridas ante la falta de un SDF. La investigación encontró diferencias en el esquema de gobernanza en 45 municipios, una gobernanza baja en 467 municipios y una gobernanza media en diecisiete municipios. En los municipios de la Zona Metropolitana de Oaxaca solo cinco municipios obtuvieron una gobernanza “media”. Los municipios fueron: Oaxaca de Juárez, San Bartolo Coyotepec, San Lorenzo Cacaotepec, Santa Ma-

ría Coyotepec y Santa María del Tule. Los resultados individuales de los indicadores sugieren porcentajes bajos de cumplimiento. El cumplimiento de un plan de manejo municipal de residuos se identificó en el 9% de los municipios. El perfil de estudios del personal en posición clave (experiencia en puestos medioambientales) solo fue reportado en el 4% de los municipios. En cobranza y presupuesto, el 2% de los municipios reportaron la designación de un presupuesto. En participación ciudadana, solo el 7% de los municipios reportó una participación arriba del 60% de su población en separación de residuos.

Metodología

La investigación se desarrolla bajo el enfoque cualitativo exploratorio, que permite comprender la perspectiva, experiencia y significados de los actores sobre un fenómeno social (Vasilachis, 2006). La investigación plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué estrategias y acciones ha implementado el municipio de Santa María Coyotepec para solventar la falta de un SDF por el cierre del Sitio de Zaachila?

Para dar respuesta a esta pregunta y alcanzar el objetivo planteado la recopilación de datos se realizó a través de tres instrumentos: la aplicación de entrevistas a actores clave, observación participante y la implementación de un taller de separación de RSU (tabla 1). Se describe en las subsecciones siguientes cada instrumento empleado y el área de estudio.

Tabla 1. Descripción de la metodología empleada	
Pasos	Metodología
Entrevista a actores clave	Se diseñó un guion de entrevista que abordará las temáticas generales relevantes sobre la problemática y a su vez se establecieron criterios de inclusión para seleccionar a los actores clave. El diseño del guion de entrevista se realizó en dos momentos: noviembre de 2023 y octubre de 2024. Su implementación fue en noviembre de 2023 y de 2024.
Observación participante	Se realizó mediante recorrido de reconocimiento del territorio del municipio y durante la aplicación de las entrevistas a actores clave y la implementación del taller de separación de residuos. La actividad se desarrolló durante el 2024.
Taller de separación de residuos	Se diseñó un taller de separación de residuos dirigido a treinta integrantes de tres comités de salud de instituciones de educación básica del municipio. El diseño del taller se realizó durante el mes de octubre de 2024, y su aplicación se realizó el 14 de noviembre del 2024.
Análisis de datos	Se realizó: a) transcripción de datos, b) codificación e interpretación y c) triangulación (teórica, metodológica, con pares). Las actividades de análisis se realizaron durante diciembre de 2024 y enero de 2025.

Fuente: elaboración propia

Entrevista a actores clave

La entrevista consiste en una serie de intercambios discursivos entre alguien que interroga y alguien que responde (Guber, 2001). Su objetivo es obtener la singularidad de la experiencia personal de los actores sociales (Izcara-Palacios, 2009) para reconstruir la realidad de un grupo social (Schwartz y Jacobs, 1984). Los entrevistados son considerados participantes o informantes y su selección responde a su conocimiento y aptitud sobre el fenómeno social (Izcara-Palacios, 2014). Para esta investigación se establecieron los siguientes criterios de inclusión de participantes (tabla 2).

Tabla 2. Criterios de inclusión para la selección de actores clave

Criterio	Inclusión
Miembro de la comunidad	Ciudadanas o ciudadanos originarios del municipio.
Elección y legitimidad	Ciudadanas o ciudadanos elegidos a través de Asamblea Comunitaria para desempeñar un cargo en el cabildo municipal.
Cargo municipal	Ciudadanas o ciudadanos responsables de una dirección o regiduría de ecología, medio ambiente, salud o afines.
Responsabilidad de diversas actividades	Ciudadanas o ciudadanos involucrados en la coordinación de tareas y actividades comunitarias que se relacionen con el tema de RSU.
Formación y capacitación	Ciudadanas o ciudadanos que hayan recibido capacitación sobre la GRSU, la temática de RSU en general o en temas ambientales.

Fuente: elaboración propia

Los participantes seleccionados son autoridades municipales, que estén a cargo de una dirección o regiduría de ecología, medio ambiente, salud o afines. No se establecieron criterios de exclusión porque la información proporcionada por los participantes iniciales permitirá reformular y contemplar nuevos participantes. En común acuerdo con los participantes, su identidad se mantendrá en anonimato y se identificarán con una clave que alude a su cargo y su género.

Observación participante

Técnica cualitativa que permite entender la percepción y actuar de las personas en su contexto social (Schwartz y Jacobs, 1984). Su desarrollo consiste en observar sistemáticamente y en participar en una o varias actividades de los actores (Guber, 2001). La entrevista y la observación participante son instrumentos que se emplean

en conjunto. Su desarrollo permite establecer la relación entre las palabras y los actos (Schwartz y Jacobs, 1984). Para la investigación la observación participante se realizó durante el desarrollo de las entrevistas y la implementación del taller de separación de RSU.

Taller de separación de residuos

Los talleres son unidades de producción de conocimiento que permiten la participación colectiva en la teoría y la práctica (Kisnerman, 1977). Un taller pedagógico permite a los participantes adquirir aprendizajes prácticos con un objetivo específico (Mirabent, 1990). Su objetivo es alcanzar la criticidad de los individuos (Aponte, 2015), a través de tres momentos: organizar la información comunicada por el facilitador (nivel básico de conocimiento); examinar la información (nivel más avanzado del conocimiento); y usar el conocimiento, aplicarlo o generarlo (estado de competencias, comprensiones o complejización del conocimiento) (Arboleda, 2011).

Para este trabajo se implementó un taller de separación de RSU dirigido a los Comités de Salud de tres escuelas del municipio. El taller fue solicitado por la autoridad municipal durante el trabajo de campo. Su diseño contempló: el sílabo del taller, la presentación del taller y una infografía sobre la clasificación de RSU. El sílabo y la presentación del taller se pilotearon y calibraron en revisiones entre pares académicos.

Análisis de datos

Los datos cualitativos fueron analizados conforme a las siguientes etapas: a) transcripción de datos, b) codificación e interpretación y c) triangulación (teórica, metodológica, con pares) (tabla 3).

Tabla 3. Etapas del análisis de datos.	
Etapa	
Descripción	
Transcripción	Consiste en el registro en texto de las grabaciones de audio de las entrevistas cualitativas (Guber, 2001). La grabación se realizó con previa autorización del informante. La transcripción de las entrevistas se realizó en los meses de diciembre de 2024 y fueron acompañadas de notas plasmadas en el diario de campo, que se tomaron durante y posterior a las entrevistas.
	Proceso de asignación de etiquetas o membretes para organizar e interpretar los datos cualitativos (Coffey y Atkinson, 2005). Se emplea para identificar datos significativos (conceptos y categorías) y establecer el escenario para interpretar y sacar conclusiones. Para esta investigación se estableció la categoría de estrategias.
Codificación e interpretación	Proceso de reconstrucción de la interpretación de los datos desde varios ángulos, fuentes de datos u otros acercamientos (Izcara-Palacios, 2014). La triangulación teórica se realizó con la literatura base del marco de referencia. La triangulación con pares se realizó con el equipo de investigación y con pares académicos. La triangulación de técnicas cualitativas se realizó con la información obtenida a través de los tres instrumentos metodológicos empleados (Izcara-Palacios, 2014).
Triangulación	

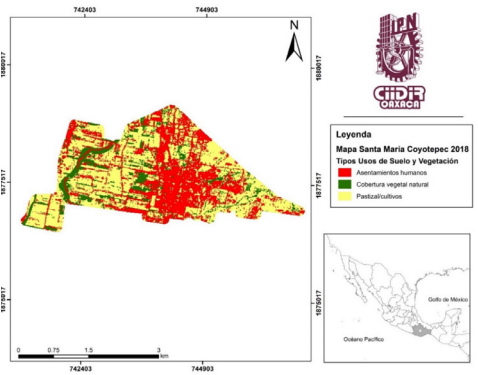
Fuente: elaboración propia

Área de estudio: Santa María Coyotepec

Santa María Coyotepec pertenece a la ZMO y se encuentra en la región de los Valles Centrales. El municipio colinda al norte con los municipios de Santa Cruz Xoxocotlán, Ánimas Trujano y San Agustín de las Juntas; al este con los municipios

de San Agustín de las Juntas y San Bartolo Coyotepec; al sur con los municipios de San Bartolo Coyotepec y Villa de Zaachila; al oeste con los municipios de Villa de Zaachila y Santa Cruz Xoxocotlán (INEGI, 2020). Su población es de 3,751 habitantes, de los cuales 1,983 son mujeres y 1,768 son hombres (INEGI, 2020). En el municipio la lengua indígena predominante es el zapoteco, seguido del mixe y mixteco. Actualmente, la población indígena ha disminuido, solo 278 habitantes hablan alguna lengua indígena. El municipio cuenta con una superficie de 1,759 has y se encuentra a una altitud de 1,540 metros sobre el nivel del mar. Su vegetación es principalmente de pastizal inducido. El uso de suelo ha sufrido cambios de agricultura a zona urbana (Figura 1), que vislumbra el proceso de crecimiento demográfico en el municipio.

Figura 1. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación de Santa María Coyotepec año 2018 elaborado en ArcGis



Fuente: elaboración propia

El nombre del municipio proveniente del náhuatl Coyotl: coyote y Tepec: cerro (Ayuntamiento Constitucional de Santa María Coyotepec, 2020). Su conformación actual surgió en el siglo XIX como resultado de la organización y unión de los barrios: Gallo, San Pedro y de Santa Isabel. Desde 1852, el municipio se gobierna de manera autónoma por un decreto gubernamental. El decreto estableció la elección de un alcalde y tres regidores para el funcionamiento del municipio. En 1934, el municipio quedó dividido en dos por la construcción de la carretera federal a Puerto Ángel. La división física del municipio se ha convertido en una división psicológica en la comunidad. Se identifican dos grupos: “los de arriba y los de abajo”. En 1949, el gobierno federal expidió una resolución presidencial donde reconoce y dota de tierras comunales al municipio. El reconocimiento fue resultado de las disputas territoriales con San Bartolo Coyotepec.

En GRSU, el municipio cuenta con la prestación del servicio de recolección, con dos camiones compactadores, un centro de acopio municipal y no cuenta con un SDF (Ayuntamiento de Santa María Coyotepec, 2020). En materia legislativa el municipio cuenta con un Programa Municipal de RSU y un reglamento para el manejo de RSU (Juárez et al., 2023). El municipio es uno de los diecisiete municipios con una estimación media de GA en la GRSU en el estudio de Juárez et al., (2023). Sin embargo, durante el estudio aún depositaba sus RSU en el SDF de Zaachila.

Resultados y discusiones

El análisis de los datos buscó identificar las estrategias utilizadas por el municipio de Santa María Coyotepec para afrontar la crisis de RSU, considerando el impacto del cierre del SDF de Zaachila. En la investigación se identificaron seis estrategias implementadas en el municipio: *Cercanía y relación con Villa de Zaachila, Acuerdos con Grupos de Pepenadores Informales (GPI), Convenios con iniciativas privadas, Apoyo gubernamental, Participación ciudadana y Fortaleza de instituciones comunitarias.*

Cercanía y relación con Villa de Zaachila

La proximidad geográfica y la relación con Villa de Zaachila facilitó a Santa María Coyotepec el depósito de RSU durante tres meses adicionales, periodo que les brindó tiempo para encontrar alternativas de gestión. Esta ventaja resalta la importancia de los acuerdos intermunicipales, pero también evidencia la desigualdad económica entre los municipios de la ZMO para acceder a soluciones temporales.

En la estrategia, los factores geográficos y las relaciones políticas influyen en la capacidad de respuesta. Sin embargo, Venancio-Flores y Bernal-González (2021) destacan en su investigación dos aspectos para participar o establecer acuerdos intermunicipales: la disponibilidad de recursos económicos y técnicos de cada municipio, y su voluntad política. Esto se refleja en la

estrategia implementada por Santa María Coyotepec, sin la disponibilidad económica para cubrir los pagos en tiempo y forma por el uso del SDF a Villa de Zaachila, este último no lo hubiera incluido en el listado de municipios con acceso en el periodo adicional de disposición (El Universal Oaxaca, 2022d). La proximidad geográfica permitió a Santa María Coyotepec no presentar gastos exorbitantes de combustible para el trayecto de los camiones recolectores desde la comunidad al SDF.

Acuerdos con GPI

En el municipio existe un acuerdo no explícito con los GPI. Los GPI realizan rutas de recolección de RSU en la comunidad, la autoridad no les ha solicitado el servicio, pero tampoco lo impide. Los GPI desempeñan un papel crucial en la recolección y manejo de RSU (Valente-Santos y Guevara-García, 2019), sin embargo, la falta de acuerdos con la autoridad municipal limita las posibilidades de integrarlos en los procesos de GA (Montes, 2017). Este estatus de informalidad podría traer ventajas a corto plazo, como flexibilidad y reducción de costos, pero a largo plazo plantea desafíos como la falta de regulación, potenciales conflictos y dependencia en actores externos (Montes, 2017). La investigación de Cruz-Paz et al., (2023) destaca la importancia de formalizar las relaciones para mejorar la eficiencia y fortalecer las redes de gobernanza local, en este sentido, se sugiere que los modos híbridos identificados por los autores podrían replicarse en Santa María Coyotepec para aprovechar este

recurso humano en beneficio mutuo. De tal manera que sea un proceso intermedio para avanzar hacia la separación de RSU en los hogares. En este proceso los GPI contarían con un estatus de formalidad en la recuperación de RSU y la población no continuaría con prácticas tradicionales que no incluyen la separación de RSU.

Convenios con iniciativa privada

En Santa María Coyotepec, se detectaron convenios con empresas como Cruz Azul y Tetrapak, que demuestran el potencial de las alianzas público-privadas en el manejo de RSU. Sin embargo, su implementación tardía revela problemáticas como la prioridad de necesidades inmediatas sobre estrategias a largo plazo y la falta de infraestructura adecuada. Además, cumplir con los lineamientos de las empresas dificultan la adaptación de la comunidad a nuevos hábitos de separación de residuos.

Aunque las iniciativas privadas pueden ser clave en la transición hacia un manejo más sostenible de los RSU, es esencial construir capacidades locales que permitan maximizar los beneficios de estos convenios. En la estrategia, es importante no replicar las problemáticas detectadas en la investigación de Fregoso-Cuenca (2021) en el AMG, sino que lleve al municipio a un modo de gobernanza híbrido como describe Cruz-Paz et al., (2023).

Apoyo gubernamental

La falta de apoyo gubernamental en Santa María Coyotepec confirma una problemática común en los municipios de México: la ausencia de recursos y asistencia técnica de instituciones estatales y federales. Esto obliga a los municipios a depender de sus propias capacidades para gestionar la crisis, en contraste con el modelo de gobernanza multinivel que requiere colaboración entre niveles de gobierno. Esta situación coincide con lo señalado por Venancio-Flores y Bernal-González (2021), quienes destacan la dependencia de los gobiernos locales frente a las decisiones y recursos estatales y federales.

separado y a la hora de la verdad sus residuos son un desastre”

Autoridad municipal de Santa María Coyotepec

La falta de interés también fue reportada en la investigación de Fregoso-Cuenca (2021) en el AMG y por Venancio-Flores y Bernal-González (2021) en la ZMT. Además, en ambos casos, los ciudadanos tampoco contaban con un espacio de participación en la toma de decisiones y para visibilizar sus puntos de vista. Caso contrario con el municipio, donde los ciudadanos pueden participar en las Asambleas comunitarias para exponer sus opiniones en temas de GRSU, sin embargo, la asistencia depende de factores como los horarios laborales y las actividades domésticas.

Participación ciudadana

La autoridad municipal de Santa María Coyotepec destaca una participación ciudadana parcial, esto responde a la existencia de complejidades socioculturales en el manejo de RSU. A pesar de los talleres y lineamientos implementados, persiste una resistencia en algunos sectores de la población, lo que subraya la necesidad de una sensibilización ambiental constante, pero también de una falta de interés por parte de algunos ciudadanos. El siguiente extracto de la entrevista ejemplifican la situación:

“Fuimos casa por casa repartiendo trípticos y explicándoles cómo (separar sus residuos). Algunos (ciudadanos) nos reciben bien, otros nos dicen que ya saben, que toda la vida han

Fortalecimiento de instituciones comunitarias

El debilitamiento de las instituciones comunitarias en Santa María Coyotepec está relacionado con la falta de aplicación de sanciones y la limitada capacidad del cabildo municipal para coordinar esfuerzos. El siguiente extracto de la entrevista ejemplifican la situación:

“Ya hemos sancionado a personas que hemos descubierto tirando basura o que hemos encontrado pruebas... A mí me gustaría que la sanción fuera más alta, pero en la Ley de Ingresos y Egresos está así... y el que ejecuta es el síndico, (él) ha sido un poco flexible y les advierte que la próxima si ya será mayor la sanción”

Autoridad municipal de Santa María Coyotepec

La ausencia del cumplimiento del marco normativo y de mecanismos de monitoreo y sanción, reduce la capacidad para mantener una gobernanza local sólida.

Este fenómeno resalta la necesidad de profesionalizar no solamente al personal clave, sino a todo el cabildo municipal para garantizar el cumplimiento de la normativa municipal. Por una parte, las investigaciones de Turcott et al., (2021) y Juárez et al., (2023), en el Estado de México y en Oaxaca, coinciden en que se trata de un problema estructural y las responsabilidades profesionales y técnicas de un puesto específico son un factor en el éxito determinante de la GRSU. Sin embargo, cada integrante del cabildo municipal debería tener conocimiento de las responsabilidades del resto de los integrantes y cómo estas se relacionan con las suyas. El siguiente extracto de la entrevista expone la situación:

“Sí han apoyado, pero a veces lo urgente deja atrás a lo importante, entonces surgen otras cosas y esto se va aplazando... no sé si quieren que yo esté dando más y más lata, porque si no estoy duro y duro, pues sí se va dejando y ahí (en la oficina presidencial) no llegan las quejas, piensan que está todo bien. Hasta que yo les digo que no es cierto...”

Autoridad municipal de Santa María Coyotepec

Por otra parte, sobre la normativa municipal, en ambas investigaciones se destacan porcentajes bajos de cumplimiento. En el Edo. México, Turcott et al., (2021) sugieren que puede deberse a la falta de adaptar las necesidades de los municipios

en normativas o a objetivos de políticas públicas que no pueden cumplir. En Oaxaca, Juárez et al., (2023) destacan como una necesidad significativa de los municipios el cumplimiento de la legislación municipal. Sin embargo, los mismos municipios no mencionan como necesidad diagnósticos de generación-caracterización de residuos o la asignación de un presupuesto para la GRSU, parámetros que los autores consideran fundamentales en la toma de decisiones en la GRSU.

Taller de separación de RSU a Comités de Salud

El taller presentó una participación mayoritaria de mujeres (28 de 30 asistentes), quienes integran los Comités de Salud de las instituciones educativas (preescolar, primaria y secundaria) y tiene la responsabilidad de separar los RSU generados en las escuelas. El taller se implementó para reforzar su conocimiento y prácticas de separación de RSU. Aunque han tenido capacitaciones previas de la participación ciudadana, el taller se enfocó en la sensibilización de la separación de RSU. Este enfoque permitió explicar a las participantes los efectos ambientales del SDF Zaachila, la razón de su cierre y, por último, información sobre la clasificación y separación de RSU (figuras 2 y 3).

El desarrollo del taller permitió conocer las actitudes de las participantes frente a la problemática de RSU y la falta de un SDF. En un principio todas mostraron una falta de interés y su asistencia la destacaron como obligatoria y por cumplimiento. Al

exponer la historia del SDF de Zaachila y mostrar imágenes de los lixiviados presentes (de septiembre de 2024), las participantes tuvieron un cambio en su actitud. Las imágenes de los lixiviados permitieron a las participantes visualizar las repercusiones reales del cierre del SDF de Zaachila. La dinámica de separación de RSU les permitió trabajar en equipo, aunque los comités ya habían recibido capacitaciones previas sobre el tema, aún persisten dudas

sobre cómo clasificar residuos específicos (medicamentos, residuos de curación) y componentes de un mismo residuo (luces navideñas, aerosoles).

La implementación del taller sugiere dos aspectos: 1) la educación ambiental debe enfocarse en la sensibilización efectiva de la problemática de RSU y la falta de un SDF; y 2) la participación femenina debe reconocerse

Figura 2. Implementación del taller de separación de RSU a los Comités de Salud de Santa María Coyotepec.



Fuente: fotografía tomada por el grupo de investigación "Gobernanza y territorio" del CIIDIR-Oaxaca

Figura 3. Integrantes de los Comités de Salud de Santa María Coyotepec durante dinámica de separación de RSU



Fuente: fotografía tomada por el grupo de investigación "Gobernanza y territorio" del CIIDIR-Oaxaca

Conclusiones

El caso de Santa María Coyotepec ejemplifica las oportunidades y desafíos de los municipios en México para gestionar la crisis de RSU en un contexto de GA limitada. Las estrategias implementadas muestran una transición forzada por la crisis ambiental de RSU y aún no se deben considerar como la solución a la problemática. Las limitaciones como la falta de recursos técnicos y económicos, participación ciudadana y apoyo gubernamental han orillado a la autoridad municipal

a implementar estrategias a corto plazo. Sin embargo, la falta de firmeza en el seguimiento a las estrategias por parte de las autoridades evidencia la necesidad de sensibilizarlos sobre el impacto e importancia de la problemática. Además, los cambios de administraciones municipales no garantizan la continuidad de las estrategias a largo plazo. Esto último, refleja una debilidad en la planeación, que puede llevar al municipio a una gobernanza inestable o inmadura por las deficiencias en la estructura actual de GRSU (Hettiarachchi et al., 2018).

Los procesos de GA requieren de la participación ciudadana, en ese sentido, se deben fortalecer las capacidades de la comunidad desde un enfoque de sensibilización para maximizar los beneficios de las estrategias. Por una parte, la experiencia del taller de separación de RSU evidenció que, hasta ahora, la población no ha sido plenamente informada sobre las consecuencias del cierre del SDF de Zaachila. Los talleres y cursos previos se han centrado en explicar cómo separar los residuos, pero han abordado de manera superficial el porqué de esta práctica. Para generar un verdadero cambio de actitud, es fundamental que la comunidad comprenda los impactos del manejo inadecuado de los RSU en el ambiente y la salud humana. Sin embargo, el problema de fondo no radica únicamente en la gestión municipal de los RSU, sino en las dinámicas de consumo impulsadas por el modelo económico dominante, que fomenta una producción excesiva y una generación constante de desechos. Los talleres no se deben instruir solo sobre la separación de RSU, también deben promover una reflexión crítica sobre cómo las relaciones de poder y las estructuras económicas condicionan nuestras prácticas de consumo. La ciudadanía debe cuestionarse si su consumo responde a una necesidad real o si contribuye a un sistema que externaliza los costos ambientales y deja la carga de la GRSU en los gobiernos municipales, muchas veces sin los recursos suficientes para enfrentarlo.

Por otra parte, la asignación de responsabilidades relacionadas con la GRSU a mujeres de la comunidad, tanto en la gestión municipal como en las instituciones

educativas, subraya una división sexual del trabajo que perpetúa desigualdades socioculturales. Esto destaca la necesidad de fortalecer tanto la estructura institucional como la equidad de género en la GRSU, involucrando una mayor participación no solo de mujeres sino de varones para romper la barrera de la asignación de tareas de limpieza y la búsqueda de soluciones al sujeto femenino.

Referencias bibliográficas

- Agrawal, A., Brandhorst, S., Jain, M., Liao, C., Pradhan, N. y Solomon, D. (2022). From environmental governance to governance for sustainability. *One Earth*, 5, (6). Pp. 615-621. ISSN 2590-3322. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.05.014>
- Alfaia, R. G. de S. M., Costa, A. M., y Campos, J. C. (2017). Municipal solid waste in Brazil: A review. *Waste Management and Research*, 35(12), 1195-1209. <https://doi.org/10.1177/0734242X17735375>
- Ander-Egg, Ezequiel. El taller una alternativa para la renovación pedagógica. Editorial Magisterio Río de la Plata. Buenos Aires. Argentina quinta edición. 2005.
- Antinori, C. y Bray D. B. (2005). Community Forest Enterprises as Entrepreneurial Firms: Economic and Institutional Perspectives from Mexico. *World Development* 33(9), pp. 1519-1543. doi: 10.1016/j.worlddev.2004.10.011

- Arboleda, Julio César. Competencias Pedagógicas: conceptos y estrategias; Capítulo I; Comprensiones y Competencias Pedagógicas. Redipe, 2011
- Aponte Penso, R. (2015). El taller como estrategia metodológica para estimular la investigación en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior. *Boletín Virtual*, octubre vol. 4-10, 49-55.
- Ayuntamiento Constitucional de Santa María Coyotepec, Oaxaca. (2020). Plan Municipal de Desarrollo H. Ayuntamiento Constitucional de Santa María Coyotepec, Oaxaca. 2020-2022. http://sisplade.oaxaca.gob.mx/bm_sim_services/PlanesMunicipales/2020_2022_/403.pdf
- Bartra Gómez, J., y Delgado Bardales, J. M. (2020). Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 4(2), 993-1008. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135
- Bernache Pérez, G. (2012). Riesgo de contaminación por disposición final de residuos: Un estudio de la región centro occidente de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(Supl. 1), 99-107. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000500014&lng=es&tlng=es
- Bernache Pérez, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*, 1(7), 72-98. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i7.1592>
- Calva-Alejo, C. L., y Rojas-Caldelas, R. I. (2014). Assessment of Municipal solid waste Management in the Municipality of Mexicali, Mexico: Challenges for Achieving Sustainable Planning. *Información tecnológica*, 25(3), pp. 59-72. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000300009>
- Cámara de Diputados. Reformada (2015, 22 de mayo). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Canedo Vásquez, G. (2008). Municipios por usos y costumbres, un paso hacia las autonomías en Oaxaca, México. *Villa libre, cuadernos de Estudios Sociales Urbanos* 2:89-108.
- Cerrillo i Martínez, A. (2005). La gobernanza hoy: 10 textos de referencia. Editorial INAP, Madrid, España.
- Coffey, A. y P. Atkinson (2005). *Encontrar el sentido a los datos cualitativos. Estrategias complementarias de investigación*, Capítulo 2. Los conceptos y la codificación, pp. 31-63, Medellín, Facultad de Enfermería/Universidad de Antioquía.
- Cruz-Meléndez, C. y Aguillón Chávez, J. (2022). Las herramientas de política pública para el control de la pandemia. Una reflexión desde los sistemas normativos

- indígenas en Oaxaca. *Opera*, 31, 23-46. <https://doi.org/10.18601/16578651.n31.03>
- Cruz-Paz, G., Navarrete Gutiérrez, D., Monzón Alvarado, C. M., Espinoza-Tenorio, A., & Nájera-Aguilar, H. A. (2023). Mapping solid waste governance modes in a Mexican municipality. *Sustainable Environment*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/27658511.2023.2258474>
- de Castro, F., Hogenboom, B., y Baud, M. (Eds.). (2015). *Gobernanza ambiental en América Latina*. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; EN-GOV. E-Book. ISBN 978-987-722-043-8.
- EDUCA. (2024, 16 de febrero). Entre la crisis de basura y el CIRRSU, ahora Nochixtlán rechaza el centro de residuos sólidos urbanos. <https://www.educaoxaca.org/entre-las-crisis-de-basura-y-el-cirrsu-ahora-nochixtlan-rechaza-el-centro-de-residuos-solidos-urbanos/>
- EDUCA. (2022, 10 de noviembre). Oaxaca de “la mejor Ciudad del Mundo” a vertedero de basura. <https://www.educaoxaca.org/oaxaca-de-la-mejor-ciudad-del-mundo-a-vertedero-de-basura/>
- El Universal Oaxaca. (2022a, 03 de agosto). Reactivarán la recolección de basura en Xoxocotlán, Oaxaca, tras cierre del basurero de Zaachila. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/municipios/reactivaran-la-recoleccion-de-basura-en-xoxo-cotlan-oaxaca-tras-cierre-del-basure-ro-de>
- El Universal Oaxaca. (2022b, 21 de julio). Estas son las acciones urgentes que implementarán 24 municipios de Oaxaca ante crisis de la basura. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/estatal/estas-son-las-acciones-urgentes-que-implementaran-24-municipios-de-oaxaca-ante-crisis-de-la>
- El Universal Oaxaca. (2022c, 20 de octubre). Ante crisis, municipios de Oaxaca apuestan por separar basura; falta de recursos frena soluciones a largo plazo. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/metropoli/ante-crisis-municipios-de-oaxaca-apuestan-por-separar-basura-falta-de-recursos-frena>
- El Universal Oaxaca. (2022d, 15 de julio). Amplían a 3 meses plazo de cierre de basurero de Zaachila a municipios de Oaxaca que sí pagan recolección. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/metropoli/amplian-3-meses-plazo-de-cierre-de-basurero-de-zaachila-municipios-de-oaxaca-que-si-pagan>
- Espinoza Almonacid, L. E. (2023). Notas para una perspectiva analítica de la gobernanza ambiental. *Campos En Ciencias Sociales*, 11(1). <https://doi.org/10.15332/25006681.7962>
- Estado Actual. (2022, 18 de octubre). ¡Oaxaca lo tiene todo! Hasta basura en las calles. <https://estadoactual.com/oaxa->

ca-lo-tiene-todo-hasta-basura-en-las-calles/

- Ferronato N. y Torretta V. (2019). Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6):1060. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>
- Figueroa Sánchez, J. C. y Cruz-Morales, J. (2019). ¿Gobernanza de los residuos sólidos? Estudio de caso sobre el ejido Los Ángeles, Reserva de la Biósfera La Sepultura, Chiapas, México. *Sociedad y Ambiente*, 20. Pp. 79-102. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i20.1993>
- Fregoso-Cuenca, EA (2021). Una evaluación de factores clave para una gobernanza metropolitana en la construcción de políticas públicas urbanas sustentables para la gestión integral de residuos sólidos en la zona metropolitana de Guadalajara. *Energías Renovables, Biomasa y Sostenibilidad*, 3 (2), 19–24. <https://doi.org/10.56845/rebs.v3i2.48>
- Galeano, J. (2009). La gobernanza y la gobernabilidad ambiental un estudio desde el modelo de geografía y desarrollo. El caso de los alimentos transgénicos. *Revista Diálogo de Saberes*, (31), 73-92.
- Galilea, Sergio; Letelier, Leonardo, y Ross, Katherine (2011). Descentralización de servicios esenciales. Los casos de Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y México en salud, educación, residuos, seguridad y fomento. Santiago de Chile: CEPAL.
- Gallardo Izquierdo, A. y Colomer Mendoza, F. J. (2011) Principios generales de la gestión de los residuos sólidos. En Márquez Benavides, L. (Ed.) *Residuos Sólidos Volumen 1*. Primera edición. Libros En Red, ISBN: 978-59754-584-6
- Guber, R. (2011). La etnografía, método, campo y reflexividad. Bogotá: Grupo editorial Norma. Cap. 4. “La entrevista etnográfica o el arte de la no directividad”, pp. 69-91
- Hettiarachchi, H., Ryu S., Caucci, S., Silva, R. (2018). Municipal solid waste management in Latin America and the Caribbean: Issues and potential solutions from the governance perspective. *Recycling*, 3(2). <https://doi.org/10.3390/recycling3020019>
- INEGI- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020- Cuestionario Básico. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos>
- Izcara-Palacios, S.P. (2014) *Manual de Investigación Cualitativa*. Cap. 5: La búsqueda del rigor de la investigación cualitativa pp 109-130
- Juan Martínez, V. L. (2022). *Los múltiples rostros de la ciudadanía: multiculturalidad, representación política y poder local*. Plaza y Valdés Editores.
- Juárez de la Rosa, J. A., Medina Martínez, H., Taboada González, P., Aguilar Virgen, Q., y Márquez Benavides, L. (2023).

- Gobernanza ambiental en la gestión de residuos sólidos de los municipios en Oaxaca, México. *Acta Universitaria* 33, e3704. DOI: <http://doi.org/10.15174.au.2023.3704>
- Kaza, S.; Yao, L. C.; Bhada-Tata, P.; Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Urban Development; Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317>
- Kisnerman, N. (1977). Los talleres, ambientes de formación profesional. En: *El taller. Integración de teoría y práctica*. De Barros, N. A. y Gissi, J. et al.,. Editorial Humanitas, Buenos Aires.
- La Capital. (2022, 11 de noviembre). Sin relleno, Santa Lucía del Camino lidia con la basura. <https://imparcialoaxaca.mx/la-capital/714539/sin-relleno-santa-lucia-del-camino-lidia-con-la-basura/>
- La Jornada (a). (2022). Cierran basurero de Zaachila tras 42 años de funcionamiento. <https://www.jornada.com.mx/notas/2022/10/08/estados/cierran-basurero-de-zaachila-tras-42-anos-de-funcionamiento/>
- Martínez Cruz, N. y Carrera Hernández, A. P. (2016). Gestión pública y desarrollo en los municipios de usos y costumbres de Oaxaca. En *Red de investigadores en Gobiernos Locales Mexicanos (IGLOM) y Sánchez Bernal, A. (Coord.)*, *Dinámicas del gobierno municipal en el límite de la recentralización*. Primera edición. ISBN: 978-607-9442-29-3. Editorial Página Seis, S.A. de C.V. México
- Martínez, N., y Espejel, I. (2015). La investigación de la gobernanza en México y su aplicabilidad ambiental. *Economía, Sociedad y Territorio*, 15(47), 153-183. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140584212015000100007&script=sci_abstract&tlng=pt
- Meganoticias. (2022). Cierre definitivo de basurero de Zaachila; 25 municipios afectados. <https://www.meganoticias.mx/salina-cruz/noticia/cierre-definitivo-de-basurero-de-zaachila-25-municipios-afectados/366567>
- Mirabent Perozo, G. (1990). ¡Aquí talleres pedagógicos! En *Pedagogía Cubana*. Revista trimestral del Ministerio de Educación año II abril-junio de 1990. ISSN 0864-4152. La Habana: Empresa Osvaldo del Ministerio de Cultura
- Molina-Orjuela, D. E. (2014). Turismo rural y gobernanza ambiental: conceptos divergentes en países desarrollados y países en vías de desarrollo. *Revista Anuario Turismo y Sociedad*, 14 (Facultad de Administración de Empresas Turísticas y Hoteleras, Universidad Externado de Colombia). En prensa
- Montes Neri, Gabriela. (2017). La relación entre la gestión formal e informal de residuos sólidos urbanos (RSU): el caso de la gestión RSU en el municipio de Puebla. (Tesis de Maestría). Centro de Estudios

- Demográficos, Urbanos y Ambientales. <https://hdl.handle.net/20.500.11986/COLMEX/10000376>. <https://repositorio.colmex.mx/concern/theses/pv63g-046g?locale=es>
- Mujtaba, M.A., Munir, A., Imran, S., Kamran Nasir, M., Muhayyuddin, M. G., Javed, A., Mehmood, A., Habila, M. A., Fayaz, H. y Qazi, A. (2024). Evaluating sustainable municipal solid waste management scenarios: A multicriteria decision making approach. *Heliyon*. e25788. ISSN 2405-8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25788>
- NVI Noticias. (2022b, 28 de agosto). Basurero clandestino en Riberas del Atoyac, riesgo sanitario en Oaxaca. <https://www.nvinoticias.com/oaxaca/general/basurero-clandestino-en-riberas-del-atoyac-riesgo-sanitario-en-oaxaca/135458>
- ONU Medio Ambiente. (2018) PLÁSTICOS DE UN SOLO USO: Una hoja de ruta para la sostenibilidad (Rev. ed., págs. vi; 6). https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic_SP.pdf
- Quadratin. (2022, a). Inicia recolección basura orgánica; Oaxaca de Juárez, basurero público. <https://oaxaca.quadratin.com.mx/inicia-recoleccion-basura-organica-oaxaca-de-juarez-basurero-publico/#:~:text=12%20de%20octubre%20de%202022.,ma%C3%B1ana%20algunas%20colonias%20y%20calles>.
- Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J., Contreras, E. y Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Manuales de la CEPAL. Naciones Unidas, CEPAL. ISSN 2518-3923. <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>
- Sáez, A., y Urdaneta G., J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), pp. 121-135. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
- Sánchez-Muñoz, M. del P., Cruz-Cerón, J. G. y Maldonado-Espinel, P. C. (2019). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista Finanzas Y Política Económica*, 11(2), 321-336. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>
- Schwartz, H. y J. Jacobs, (1984): Sociología cualitativa. Método para la reconstrucción de la realidad. Cap. 3. La observación participativa y la entrevista. Reconstrucción de la realidad de grupos sociales.
- Segura, A. M., Rojas, L. A., y Pulido, Y. A. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 41(17). Pp. 1-9. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>
- Singh, D., Kumar Dikshit, A. y Kumar, S. (2023). Quantifying the impact of

- municipal solid waste litter using environmental status index in urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 430. 139653, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139653>
- Stake, R. (2013). Capítulo 17. Estudios de casos cualitativos. En Denzin N. y Lincoln, Y. (Eds.). *El campo de la investigación cualitativa*, Vol. III Estrategias de investigación. México, Gedisa, pp. 154-198.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S.A. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*, Ed. McGraw-Hill, Madrid.
- Tineo Machado, J., y Valiente Saldaña, Y. M. (2022). Manejo de residuos sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente: Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 578-601. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2605
- Turcott Cervantes, D. E., Olay Romero, E., Hernández Berriel, M. del C., López Martínez, A., Mañón Salas, M. del C. y Lobo, A. (2021). Assessment of some governance aspects in waste management systems: A case study in Mexican municipalities. *Journal of Cleaner Production*, 278. 123320. ISSN 0959-6526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123320>.
- Valente, C. y Guevara, J. (2019) El papel de los pepenadores de materiales reciclables en la gestión de residuos sólidos: los casos de Brasil y México. *Revista legislativa de estudios sociales y de opinión pública*, 12(24), pp. 87-114. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6980074>
- Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. En Vasilachis de Gialdino, I. (coord.) *Estrategias de Investigación cualitativa*. (65-105). Barcelona: GEDISA
- Venancio-Flores, A. y Bernal-González, E. I. (2021). Gobernanza, planificación y gestión de residuos sólidos urbanos en la Zona Metropolitana de Toluca. En Mirosława Czerny et al., (Eds) *Ciudad y ambiente. Procesos y transformaciones en contextos urbanos*. Pp. 133-153. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Yaashikaa, P. R., Kumar, P. S., Nhung, T. C., Hemavathy, R. V., Jawahar, M. J., Neshaanthini, J. P. y Rangasamy, G. (2022). A review on landfill system for municipal solid wastes: Insight into leachate, gas emissions, environmental and economic analysis. *Chemosphere*, 309. 136627. ISSN 0045-6535. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136627>

Resignación al sufrimiento ambiental en territorios malsanos: el caso de la crisis de la basura en Oaxaca¹

Thania Daniela Romero-Vásquez²;
Elia Méndez-García³; Patricia S.
Sánchez-Medina⁴

Resumen

La gestión de residuos sólidos urbanos (GRSU) en países en desarrollo suele ser inadecuada, confiando en sitios de disposición final (SDF) que generan conflictos socioambientales, como en Oaxaca, donde el cierre del SDF de Zaachila en 2022 exacerbó estos problemas y la población aún enfrenta precariedad socioambiental ignorada por el gobierno. Este estudio examina las injusticias socioambientales y las respuestas de la comunidad en torno al SDF, haciendo uso de una metodología cualitativa en tres fases: revisión documental exhaustiva, trabajo de campo con observación no participante y entrevistas, y fotografía asistida por dron. Los resultados evidencian la grave contaminación

ambiental y los problemas sanitarios y sociales que sufre la población, tanto la inmediata al SDF como la de la zona metropolitana oaxaqueña (ZMO) en general. El estudio de las problemáticas socioambientales desde el enfoque del metabolismo social destaca la interdependencia entre la apropiación de la naturaleza y la excreción de residuos sólidos urbanos (RSU), evidenciando la destrucción antropogénica que afecta a los más pobres. El caso del SDF de Zaachila expone el desamparo estatal y la planificación gubernamental fallida, que ha llevado a una grave situación socioambiental. A pesar de existir resignación al sufrimiento ambiental, surgen iniciativas de movimiento social y resistencia que buscan justicia ambiental y resaltan la soberanía de los pueblos.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, ecología política, metabolismo social, sufrimiento ambiental, territorios malsanos.

Abstract

Urban solid waste management in developing countries is often inadequate, relying on landfills that generate socioenvironmental conflicts, as seen in Oaxaca, where the closure of the Zaachila landfill

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación en curso "Impacto de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos Urbanos en la Gobernanza Ambiental Oaxaqueña" en (2024), como requisito para optar al título de Doctora en Ciencias del Instituto Politécnico Nacional.

2 Maestra en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales; Instituto Politécnico Nacional, CIIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Estudiante de Doctorado; E-mail: thadarova@live.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6562-5230>

3 Doctora en Sociología; Instituto Politécnico Nacional, CIIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Profesora-Investigadora, E-mail: emendezg@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2256-4731>

4 Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales; Instituto Politécnico Nacional, CIIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Profesora-Investigadora, E-mail: psanchez@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2949-3374>

in 2022 exacerbated these issues, and the population continues to face socioenvironmental precariousness ignored by the government. This study examines the socioenvironmental injustices and the community's responses around the landfill using a qualitative methodology in three phases: exhaustive document review, non-participant field observation and interviews, and drone-assisted photography. The results highlight severe environmental pollution and the health and social problems suffered by the population, both those living near the landfill and those in the wider metropolitan area. The study of socio-environmental problems from the social metabolism perspective emphasizes the interdependence between the appropriation of nature and the excretion of urban solid waste, revealing the anthropogenic destruction that affects the poorest. The Zaachila landfill case exposes state neglect and failed government planning, leading to a severe socioenvironmental situation. Despite resignation to environmental suffering, emerging initiatives of social movement and resistance seek environmental justice and highlight the sovereignty of the people.

Keywords: urban solid waste, political ecology, social metabolism, environmental suffering, unhealthy territories.

Introducción

La forma en que nos relacionamos con la “basura” demuestra históricamente la complejización de la GRSU. Los RSU son parte del metabolismo de las sociedades y

dependen de lo producido y consumido por ellas, por lo que representan un proceso excretorio que las define. En países en vías de desarrollo, esta excreción ha sido nulamente priorizada, manejada obsoletamente, confiándole a los SDF la responsabilidad de que su tierra reabsorba la materia y energía aún presentes en los RSU. Al mismo tiempo, en torno a estos sitios se configuran poblaciones marginales que sufren ambientalmente (Auyero y Swistun, 2008), rodeadas de conflictos de toda índole, mientras los gobiernos hacen caso omiso de la precariedad vivida y la gente es obligada a resignarse a construir su vida en un territorio malsano (Ortega, 2023).

En el Estado de Oaxaca, el SDF (ubicado en el municipio de Villa de Zaachila) que servía a la ZMO cesó actividades a finales de 2022. Cerrar este sitio, lejos de forzar a las autoridades e instituciones gubernamentales correspondientes a reflexionar y tomar acciones de remediación ambiental para mejorar, a su vez, las condiciones de vida de la población de su entorno, ha ocasionado desatención a las demandas actuales e insistencia en llevar a cabo un megaproyecto integral que muchos temen se convertirá en otro caso similar, lleno de vicisitudes.

Es imperante documentar estos casos, haciendo uso de toda herramienta posible, para visibilizar la urgencia de justicia, no solo ambiental, sino también social. Así, el objetivo del presente trabajo ha sido analizar las injusticias socioambientales y las respuestas de la población de la ZMO en torno al SDF de Zaachila, para comprender tanto la resignación al sufrimiento am-

biental (Auyero y Swistun, 2008) como las acciones de resistencia y lucha por justicia ambiental.

En la siguiente sección, se establecerá el contexto teórico y conceptual necesario para comprender la GRSU desde los campos de la economía ecológica y la ecología política. En la sección 3, se describirá detalladamente la metodología utilizada. Posteriormente, en la cuarta sección, se presentarán los hallazgos obtenidos a partir del análisis de los datos recopilados, estructurados en tres apartados para su mejor entendimiento: reconstrucción histórica del SDF en Zaachila, consecuencias socioambientales del sitio, y situación actual de la GRSU en la ZMO. Finalmente, las conclusiones resumirán las implicaciones de los resultados y los aspectos más relevantes de la investigación.

Marco de referencia

Los residuos son un reflejo social en tanto que somos lo que consumimos, y lo que consumimos terminamos devolviéndolo al planeta, en un proceso análogo a la excreción metabólica. Por ello, se sostiene que el metabolismo social es una herramienta adecuada para comenzar a comprender (para después subsanar) los problemas generados por la basura y su manejo en nuestro territorio. Esta herramienta teórico-metodológica nace de la conjunción entre economía ecológica y ecología política.

De acuerdo con Shmelev (2012), la economía ecológica es “un campo interdisciplinario de investigación enfocada en las

interacciones entre la economía y el ambiente”, siendo tres sus objetivos (Proops, 1989): establecer una perspectiva histórica sobre las interacciones social-naturales, encontrar un lenguaje común y un conjunto de conceptos para el análisis de economías y ecosistemas, y articular las ciencias naturales y las sociales. Además, existen tres nociones biofísicas fundamentales que son base de la economía ecológica (Aguilera y Alcántara, 1994) y que sirven para aproximarnos a nuestro objeto de estudio: 1) la Primera Ley de la Termodinámica evidencia que la generación de residuos es algo inherente a los procesos de producción y consumo; 2) la Segunda Ley de la Termodinámica evidencia que lo que confiere valor económico a la materia y energía es su disponibilidad para ser utilizada, y lo que no pueda serlo se considera residual; y 3) una doble imposibilidad entre generar más residuos de los que puede tolerar la capacidad de asimilación de los ecosistemas y extraer de los sistemas biológicos más de lo que se pueda considerar rendimiento renovable, lo que exige un conocimiento profundo de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales que delimite física y conceptualmente la actividad humana y, por ende, la economía.

A lo anterior debemos sumarle una “politización de la ecología para analizar los procesos de significación, valorización y apropiación de la naturaleza que no se resuelven ni por la vía de la valoración económica de la naturaleza ni por la asignación de normas ecológicas a la economía” (Leff, 2006), pues en la GRSU participan todos los sectores de la población, algunos en situaciones de marginalización. De esta

premisa, surge la ecología política, un ecologismo que nace desde abajo, de las comunidades en resistencia y defensa de sus territorios (Solíz, 2017), y que trae implícita una reflexión sobre la democracia y sobre la justicia ambiental como ampliación y complementación de los derechos humanos y de ciudadanía (Alimonda, 2002).

El proceso general del metabolismo social consta de cinco fases metabólicas que Toledo (2013) explica: 1) la apropiación, la forma primaria de intercambio entre la sociedad y la naturaleza; 2) la transformación, todos aquellos cambios aplicados sobre los productos extraídos de la naturaleza, los cuales ya no se consumen en su forma original; 3) la circulación, la cual ocurre cuando la producción y el consumo no son realizados por las mismas unidades, lo que marca el inicio del intercambio económico; 4) el consumo, el cual involucra a toda la sociedad y se basa en la relación entre las necesidades humanas y los recursos transformados; y 5) la excreción, el acto de desechar materia y energía hacia la naturaleza. Es este último proceso el que nos concierne y que, además, es el menos estudiado pese a depender de sobremanera de sus fases predecesoras, pues en función de sus volúmenes y calidades termina por requerir nuevos procesos metabólicos para su tratamiento, eliminación o almacenamiento (Toledo y González de Molina, 2007).

Entonces, si como se experimenta en la modernidad, el extractivismo típico del modo de producción capitalista sobrepasa los límites renovables del planeta, para luego producir bienes y servicios que al

consumirse generan cantidades de basura que, a su vez, sobrepasan la capacidad de reabsorción del planeta, se crea un “desgarramiento insanable en la continuidad del metabolismo social” (Foster, 1999), es decir, una fractura metabólica. Esta fractura sacrifica no solo zonas naturales de los territorios, al exigir espacios cada vez mayores para funcionar como SDF, sino que también sacrifica a los sectores poblacionales marginalizados, dominados, obligándoles de manera estructural a continuar un modo de vida insostenible, donde el reciclaje es la estrategia de adaptación a la escasez local de recursos (Solíz, 2017). A estos “espacios que, de manera estructural, impositiva y violenta, se configuran como perjudiciales para la salud, por sus efectos en la degradación de las condiciones físicas, biológicas, sociales, culturales, para el sostenimiento de la salud y de la vida, así como el deterioro de sus soportes simbólicos y afectivos” los denomina Ortega (2023) como territorios malsanos.

Aún destituidos, los individuos buscan maneras para sentir, pensar y construir un sentido colectivo sobre la vida contaminada, demostrando cómo funciona su dominación, cómo la “experiencia de la realidad contaminada es socialmente construida” como un sufrimiento ambiental (Auyero y Swistun, 2008) que sobrepasa los efectos biológicos al incorporar todos aquellos elementos que van configurando las posiciones de desigualdad, la lentitud de las soluciones y la escasa visibilidad pública del conflicto (Castillo, 2016).

Existe así, una dualidad social. Por un lado, hay resignación (según la RAE (s.f.),

conformidad, tolerancia y paciencia ante las adversidades), en estas poblaciones construidas alrededor de la basura, entendida por ellas como una característica positiva y altamente valorada en el marco de una estructura psicosocial (derivada de la religión) proclive a vivir el sufrimiento de manera más naturalizada y aceptada como inexorable (Luna, 2007). Por el otro, también existe una infrapolítica (Scott, 1990) en tanto que dichas poblaciones resisten por medio de estrategias sutiles y cotidianas para mantener su dignidad y autonomía mientras buscan justicia ambiental y evitan la represión directa de los grupos dominantes.

La justicia ambiental reclama la distribución equitativa de las cargas y beneficios ambientales entre todas las personas de la sociedad, reconociendo las situaciones comunitarias e individuales y garantizando su participación en la toma de decisiones (Hervé, 2010). En México, los debates de justicia ambiental evolucionaron desde la crítica al capitalismo y la propuesta de sistemas productivos tradicionales (en los años 60), pasando por el análisis del fracaso de los modelos de desarrollo y la crisis rural (en los años 80), hasta enfocarse más recientemente en los problemas de acción colectiva en la conservación de recursos naturales, gestión de residuos y bioprospección (Ramírez et al., 2015).

Metodología

Para responder al objetivo del estudio, se realizó una investigación cualitativa seccionada en tres fases. La primera de estas

fases consistió en la minuciosa revisión documental del caso a través de reportes e informes, tesis, artículos científicos, libros, páginas web oficiales, plataformas en línea de datos abiertos y documentación oficial. Asimismo, se llevó a cabo un seguimiento hemerográfico a través de noticias y reportajes, iniciando desde el 2022, año en que el basurero de Zaachila cesó actividades, y hasta enero de 2025.

En la segunda etapa se realizó trabajo de campo con observación no participante en salidas a campo a la Agencia Renacimiento, Villa de Zaachila, para reconocer el terreno del basurero, así como a eventos organizados por la sociedad civil y relacionados con el tema de la basura, manteniendo siempre un diario y notas de campo. También se condujeron entrevistas semiestructuradas con pobladores de la colonia que fueron elegidos de manera intencional: dos individuales y dos grupos focales de tres participantes cada uno. Es importante mencionar que se pretendía entrevistar a las autoridades de la agencia, pero el acercamiento no pudo formalizarse dado que el contexto de conflicto socioambiental lo impidió: en el periodo de acercamiento fue asesinado el secretario del agente municipal de la Agencia Renacimiento.

Por cuestiones de confidencialidad, se mantendrá el anonimato de los informantes, a quienes nos referiremos por medio de una clave de identificación. En las entrevistas individuales participaron M1 y H1. M1 es una mujer de 35 años, profesionalista en bienes raíces, cuya familia llegó a vivir a una de las colonias donde se ubica

el SDF de Zaachila cuando recién comenzaba a poblarse la zona. H1 es un padre de familia de 49 años, ha sido albañil toda su vida y su familia fue, de hecho, la primera en asentarse en la colonia Renacimiento, la más cercana al basurero. De este modo, M1 compartió sus experiencias desde la infancia y gracias a la movilidad escolar, logró alejarse del territorio malsano (Ortega, 2023) en cuestión y establecer su vida en la ciudad, mientras que H1 recordó desde su adultez temprana y ha vivido toda su vida ahí, vecino del SDF. Los grupos focales involucraron a H2 y H3, sobrinos de M1 que aún residen en la zona, el menor en edad escolar primaria y el mayor en edad escolar secundaria, y a M2, esposa de H1, ama de casa y de edad poco menor que su pareja.

La tercera fase involucró la fotografía asistida por dron sobre la zona del SDF de Zaachila, con la finalidad de obtener imágenes actuales del espacio y sus alrededores, identificando así las evidencias de los problemas socioecológicos asociados. Estas imágenes servirían después para recrear una línea de tiempo de la evolución del terreno al compararlas con las obtenidas durante la primera fase del proyecto.

Resultados

Reconstrucción histórica del SDF en Zaachila

El SDF se ubica al sureste de la capital del estado de Oaxaca, en el municipio de

Villa de Zaachila, aproximadamente a 17 km del centro histórico de la ciudad capital (INECC, 2023). Se encuentra en una zona que colinda con diversas agencias municipales y colonias de dicho municipio, las cuales comenzaron a establecerse desde 1988: El Bosque, El Manantial, Guillermo González Guardado, Morelos, 24 de Julio, Lomas de la Cuesta, Casahuates, Nueva Vista Hermosa, Renacimiento, Bicentenario, Vicente Guerrero, Francisco Villa, Ernesto Che Guevara, Las Peñas (algunas de estas fueron fundadas por frentes populares). Fue inaugurado entre 1980 y 1981, con una extensión de 17 ha y una expectativa de vida de 25 años (López *et al.*, 2006; DDHPO, 2023; González, 2024). Sin embargo, según la investigación documental, terminó por servir más de 40 años, de los cuales 30 fueron como sitio no controlado, es decir, sin ningún tipo de supervisión ni seguimiento de los protocolos de seguridad y saneamiento (INECC, 2023).

En 2006, se llevó a cabo un proyecto de saneamiento en el sitio, cuando 18 municipios de la ZMO hacían uso de este basurero (López, 2006). Paulatinamente se fueron incorporando más municipios a su servicio. No obstante, solo 4 años después, en 2010, tuvo que ser clausurado de emergencia debido a una fuga masiva de lixiviados, situación con la que el gobierno intentó lidiar (Carrera, 2022) y por lo que en 2011 se vieron obligados a llevar a cabo una rehabilitación para convertir el lugar, supuestamente, en relleno sanitario, es decir, en un SDF que funcionara de manera controlada y supervisada a partir de marzo de 2012 (SEMAEDES, 2015).

La situación se vio atravesada, nuevamente, por más obstáculos. A principios de 2017, las autoridades y pobladores del lugar advirtieron al Estado el agotamiento del espacio. La respuesta pública fue una expansión territorial de 2 ha para ampliar la vida útil del sitio otros 18 meses, que terminaron por convertirse en 5 años (Carrera, 2022).

Para 2022, el “relleno sanitario” de Zaachila (entre comillas, puesto que realmente nunca funcionó de manera regulada) ya recibía los residuos de alrededor de 25 municipios conurbados que además incumplían en su mayoría con los pagos por el servicio, por lo cual el municipio se vio obligado a cerrarlo parcialmente en el mes de marzo (Pérez, 2022; Zavala, 2022a). Este cierre parcial fue acordado como petición de prórroga por parte del Gobierno de la capital oaxaqueña para servir a los 5 municipios más grandes y poblados de la metrópolis, que son los que más residuos generan, y así buscar una alternativa en los meses subsecuentes (Pérez, 2022).

Sin embargo, en octubre del mismo año, la población de Villa de Zaachila logró el cierre oficial del sitio, con múltiples conflictos asociados: protestas, enfrentamientos, enfermedades derivadas de la contaminación (Pérez, 2022; DDHPO, 2023). Tras 42 años de servicio, el basurero cerró sus puertas a los municipios a los que servía, el suyo propio incluido, bajo la promesa gubernamental de sanear el sitio de manera integral (EDUCA, 2024a). Esto detonó lo que se conocería como “la crisis de la basura” en Oaxaca, que aparenta haber sido resuelta, pero cuyas consecuen-

cias aún afectan a toda la ZMO (como se expondrá más adelante).

A continuación, se muestran algunas imágenes satelitales recuperadas de estos momentos clave que fueron descritos. La figura 1 es la imagen más antigua que se pudo recuperar del sitio, la cual data de enero de 2007. Se observa el área circundante al SDF relativamente poblada y no se aprecian a simple vista lixiviados acumulándose en el vertedero.

Figura 1. Imagen satelital del SDF de Zaachila.



Fuente: Google (2007)

Después, en marzo de 2009 (figura 2), hay un cambio: se observa grandes manchas oscuras de lixiviados tratando de ser contenidos, que es precisamente la razón por la que, en 2010, el SDF tuvo que ser clausurado. También en esta imagen podemos notar un ligero aumento en la densidad poblacional.

Figura 2. Imagen satelital del SDF de Zaachila.



Fuente: Google (2009).

Para noviembre de 2016 (figura 3), las grandes manchas de lixiviados han desaparecido, y en el extremo noroeste del SDF se observa un recuadro oscuro, que corresponde a una laguna, la estructura destinada a recolectar y tratar los lixiviados. También en este momento se hace más evidente el crecimiento demográfico, evidenciado por la reducción de los espacios verdes. El señalamiento sobre la imagen tiene el propósito de hacer hincapié en un área nuevamente poblada y que está relacionada con la figura 4.

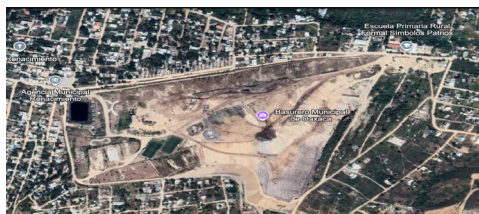
Figura 3. Imagen satelital del SDF de Zaachila.



Fuente: Google (2015).

Finalmente, en la figura 4, que corresponde a octubre de 2022 (mes del cierre oficial), la zona señalada previamente se halla deshabitada. Esto se debe a que, en 2017, las personas que allí vivían fueron desplazadas en virtud de la extensión de la superficie del relleno.

Figura 4. Imagen satelital del SDF de Zaachila.



Fuente: Google (2022).

Actualmente, el sitio luce como en la figura 5. Considérese que las imágenes fueron tomadas durante la temporada de lluvias, por lo que la cobertura vegetal observada no debería interpretarse necesariamente como algo positivo. Después del cierre del basurero, el gobierno prometió su saneamiento integral, lo que debería incluir al menos una planta de tratamiento para lixiviados y una nivelación de plataformas para evitar agrietamientos y deslizamientos. Sin embargo, no hay indicios de que esto se haya realizado adecuadamente, como demuestran las evidencias derivadas de la visita al sitio. Incluso los entrevistados señalaron que continuaron recibiendo basura “a escondidas”.

Figura 5. Imágenes obtenidas con asistencia del dron: A) vista hacia el este, B) vista hacia el oeste.



Fuente: elaboración propia (2024).

Consecuencias socioambientales del SDF de Zaachila

En el trayecto para llegar al tiradero de Zaachila, lo primero que impacta es el ligero hedor en la atmósfera. Una vez en el sitio, la contaminación del suelo, aire y agua es bastante notoria a simple vista. En el caso del suelo, se puede observar que la basura no ha sido enterrada de manera adecuada, pues sobre el montículo se observan aún los residuos sobresaliendo

(figura 6.A), indicativos de un proceso degradativo sumamente lento, pues la actividad biológica de un relleno sanitario es más parecida a un proceso de momificación que a una biodegradación (Rathje y Murphy, 1992). La momificación es un proceso en el que la materia orgánica se preserva en un estado casi intacto durante largos períodos de tiempo y que naturalmente solo ocurre en ambientes extremos. Por lo tanto, se puede pensar que un basurero mal manejado es un medio extremo, artificialmente creado por el consumo desmedido de las sociedades, y que de esta forma se perpetúa la fractura metabólica (Foster, 1999), al secuestrar la materia y

energía de los RSU en un territorio que, a su vez, se convierte en malsano (Ortega, 2023).

A pesar de ello, la necesidad de la población ha llevado al uso reciente del predio para actividades de agricultura y pastoreo (figuras 6.B y 6.C), lo que sugiere el paso de los contaminantes que pudiera haber en el suelo a la cadena alimenticia. Si estas actividades persisten, es decir, producir alimentos en un territorio malsano (Ortega, 2023), desconocemos los efectos que podrá tener a largo plazo sobre la salud de las personas, pero no deben ser insignificantes.

Figura 6. Suelo en el SDF de Zaachila: A) sobre el montículo de RSU, B) plantación de maíz en el lugar, C) pastoreo de ganado caprino en el lugar.



Fuente: elaboración propia (2024).

En el caso de la contaminación del aire (figura 7), las evidencias más notables son dos. Una de ellas está vinculada a los RSU en proceso de degradación, los cuales continuarán emitiendo gases de efecto invernadero (principalmente CH_4 y CO_2) a la atmósfera en los años subsecuentes, creando un corredor tóxico que puede llegar a cientos de metros a la redonda, dependiendo de las corrientes de aire (INECC, 2023). En la visita al sitio, no se identificó proyecto alguno para recolectar y tratar es-

tos gases más allá de los respiraderos destinados a evitar la acumulación de gas en el subsuelo (figura 7.A).

La segunda problemática es una consecuencia de cerrar el tiradero sin ningún tipo de planificación previa respecto a las necesidades de la población, quienes también requerían de su servicio y que ahora, ante la falta de alternativas, han recurrido a la obsoleta costumbre de quemar los residuos al aire libre (figura 7.B).

Figura 7. Evidencias de contaminación atmosférica: A) respiradero en el SDF, B) quema de basura en las calles de la Agencia Renacimiento.



Fuente: elaboración propia (2024).

Lo anterior es lo observado en las salidas a campo. Sin embargo, en el pasado, la situación fue mucho más grave. Los habitantes tuvieron que soportar la atmósfera del lugar, no tanto por la fetidez de los RSU en descomposición, pues los informantes mencionan acostumbrarse a ello, sino por el humo derivado de la quema permanente de basura dentro del SDF. Sobre esto, H1 afirma:

Era día y noche, día y noche (que estaba ardiendo), o sea, no es cosa que diga usted oyes hoy le echaron fuego y ya lo apagaron, y mañana le vuelven a echar y a la otra semana no. No, (...) es que esa cosa pues, como no era un poquito de basura, son cantidad de toneladas que entraban diario. Haga de cuenta que es un hornito pues, a veces por aquí está ardiendo y por allá está saliendo el humo.

Este incendio inagotable causaba que las colonias estuvieran constantemente invadidas por humo, lleno de CO_2 , perjudicial para la salud en altas concentraciones. Una evidencia de tal situación es el recuerdo de H1, donde compara la humareda con vivir

en un ecosistema de altas montañas:

Amarillo amanecía de humo. Porque durante el día pues hay aire, pues el humo se lo lleva el aire. Pero durante la noche, pues todo el humo está quietecito. Parecía niebla (se ríe). Parecía niebla, ¿verdad? Parecía (como si estuviéramos en) la sierra.

Al preguntarle a M1 quiénes tomaban la decisión de quemar la basura, ella contestó que fue el mismo municipio y los cuidadores lo llevaban a cabo. Incluso después de la rehabilitación a relleno sanitario en 2012, los informantes aseguran que hubo un par de incendios más y que ellos pensaban que “lo hacían a propósito porque ya no tenían dónde meter más basura”. La lógica gubernamental se basaba en poder seguir recibiendo más RSU y extender la vida útil del vertedero “otros pocos meses” que finalmente se convirtieron en 17 años más, pues la expectativa de vida original era de 25 años y terminó siendo de 42.

Lo anterior indica claramente la fractura metabólica (Foster, 1999) por varias razones. En teoría, los RSU representan materia y energía no disponibles para ser aprovechadas por el ser humano, pero el hecho de que la cantidad de RSU generados sea tan magna señala un excedente de materia y energía que debería, de manera natural, fluir y ser reincorporado al planeta por medio de los ciclos biogeoquímicos, pero que no lo hace. Por ejemplo, la materia orgánica, al descomponerse, libera CO_2 , gas que forma parte del ciclo del carbono, donde es reutilizado por las plantas durante la fotosíntesis. En los basureros, sin embargo, las

cantidades liberadas de este gas dependen de la naturaleza de los RSU y las condiciones dentro del sitio. En SDF inadecuadamente gestionados, las proporciones suelen ser mucho mayores, por lo que los organismos fotosintéticos no logran capturarlos por completo, lo que afecta la calidad del aire, contribuye al cambio climático y puede representar riesgos para la salud socioambiental.

Como es el caso, el ecosistema local no ha sido capaz de soportar la carga de RSU y reabsorberlos, de modo que las autoridades tuvieron que buscar otras formas menos apropiadas de lidiar con tanta basura. La solución más fácil fue la quema de RSU, actividad que aparentemente resuelve la obstrucción del flujo de materia y energía, pero que en realidad provoca la disminución drástica del volumen de los RSU (a cenizas) a costa de la generación masiva de gases de efecto invernadero, contribuyendo en mayor medida al cambio climático y perpetuando los problemas socioambientales. En última instancia, esto se convierte en un círculo vicioso.

La quema de basura también demuestra el desinterés de las autoridades por mejorar las condiciones de vida de las poblaciones cercanas al SDF. La situación, lejos de considerarse un desafío, era usada como botín político para cumplir las demandas por servicios públicos de la población. Al respecto, M1 menciona que:

A lo que se llegó entre la Colonia y el basurero municipal fue que les pavimentaran esta carretera principal que

nos lleva hasta el basurero. Entonces muchos años se estuvo bloqueando precisamente porque pedíamos infraestructura y lo primero que nos pusieron fue la carretera y después nos empezaron a poner luz.

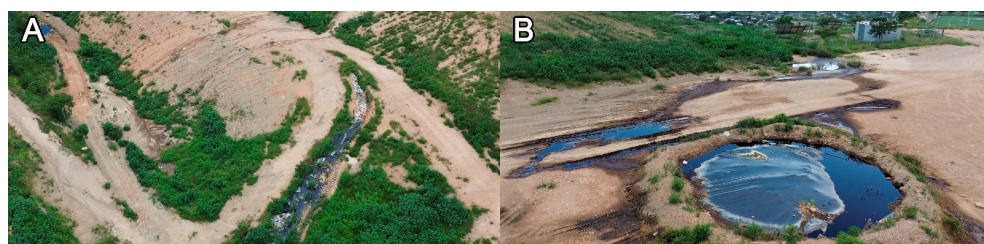
Los pobladores protestaban bloqueando el acceso al vertedero e incluso la carretera federal, causando caos vial e inconformidad en la población. Los presidentes de las colonias organizaban a la población, como cuenta H1: “Cuando llamaban a la gente, vamos pues hay que ir. (...) Pues, aunque no me guste (se ríe)”.

El basurero, en cierto sentido, se había convertido en un mecanismo de presión y de lucha por la dignificación de sus vidas, ya que les permitió obtener algunos servicios públicos. No obstante, al ser colonias de trabajadores, la participación en las movilizaciones era complicada, por lo que, en algunos casos, en particular con quienes no tenían la legítima propiedad de los predios, se recurrió a amenazarlos con quitarles sus tierras si no apoyaban las acciones directas. No obstante, la población general de la ZMO, sin conocer el contexto completo, los juzgaba por las afectaciones a la vialidad, y expresaba comentarios discriminatorios hacia un sector poblacional marginalizado, como recuenta H1: “Pues en todas las noticias, ahí cuando tapaban el basurero, dicen no, ¿pues esa gente qué pelea pues? Si ya estaba el basurero”. Es decir, niegan que las colonias en torno del basurero tengan legitimidad en sus demandas porque “ya sabían a lo que iban, el basurero ya estaba ahí”.

A pesar de que el SDF ha cerrado, hay secuelas latentes. El caso del agua es bastante preocupante a causa de los lixiviados (figura 8). Al igual que los casos de la contaminación edáfica y atmosférica, no se observó la existencia de un tratamien-

to adecuado para los lixiviados (a pesar de existir una laguna con este objetivo), por lo que estos se acumulan y forman corrientes que bajan del montículo hacia la población que rodea al sitio.

Figura 8. Evidencias de contaminación hidrológica en el SDF de Zaachila: A) río de lixiviados que baja del montículo de RSU, B) encharcamiento de lixiviados en el lugar.



Fuente: elaboración propia (2024).

Jiménez (2009) e INECC (2023) estiman que la profundidad de las celdas de disposición final varía entre los 20 y 50 m, mientras que la profundidad del acuífero subterráneo es de entre 10 y 36 m de profundidad. La laguna de lixiviados se encuentra, además, en una zona afectada por el sistema de la falla tectónica, por lo que se infiere que estas fracturas permiten la permeabilidad de lixiviados a los mantos freáticos de la zona, contaminándolos gravemente.

En las entrevistas, se corroboraron estos hechos, pues los habitantes del lugar mencionaron que, sobre todo en época de lluvias, los lixiviados son tan abundantes que bajan como un río, atravesando las colonias. En palabras de H1:

El agua sucia que bajaba y hasta baja hasta ahorita. (...) Coca-Cola

parece, el que van a vender (se ríe). Sí, así estaba, como Coca-Cola (...), hasta ahorita que llueve nomás tarda. Tarda meses en secarse, o sea, sigue, sigue (...), idéntico a la Coca va corriendo ahí en la cuneta.

Es importante rescatar este símil porque la refresquera es una de las industrias que tiene mayor impacto ambiental y es precisamente liderada por Coca-Cola, empresa que requiere de 34.5 L de agua para producir 0.5 L de refresco (Velázquez, 2021). Resalta entonces cómo el entrevistado compara los lixiviados al principal producto de esta compañía, principalmente por el color negro.

El extractivismo de agua asevera la crisis hídrica vivida mundialmente y por la que atraviesan de manera más evidente los habitantes de este territorio malsano (Or-

tega, 2023), pues no pueden extraer agua por medio de pozos debido a la contaminación, aunado a la negativa generalizada de los servicios de pipas de abastecer al lugar, como mencionan los informantes. Esto último probablemente sea causado por la priorización de las necesidades hídricas del Centro Histórico de Oaxaca para cumplir con las demandas turísticas que caracterizan al Estado.

También se encontró en el sitio maquinaria en aparente estado de abandono, entre ellos una retroexcavadora y un parque solar para la generación de biogás. Más allá del desperdicio económico que esto representa, también se suma al deterioro ambiental descritos previamente, pues son recursos extraídos del planeta los que se necesitan para producir estos aparatos. Son recursos que extrae la industria minera, una de las más perjudiciales para el ambiente, como los metales de los componentes de la retroexcavadora o el silicio de las celdas fotovoltaicas. Esto también es evidencia de una fractura metabólica (Foster, 1999) de lógica capitalista, pues dichos recursos extraídos afectan la capacidad regenerativa de los ecosistemas que los proveyeron y culminan en un absurdo desperdicio.

Otra repercusión socioambiental más tiene que ver con la principal actividad económica derivada de la basura: el reciclaje. Al cerrar el SDF, más de 90 familias de personas que han dedicado su vida a recolectar materiales reciclables quedaron desamparadas por las autoridades (Zavala, 2022b; Zavala, 2022c), a pesar de su importante contribución al medio ambiente.

En promedio, cada pepenador oaxaqueño puede recolectar hasta 40 kg de PET diarios (Zavala, 2022c). Enfrentan una gran incertidumbre sobre su futuro que les impone un forzoso traslado: pepenadores y zopilotes “se fueron siguiendo el basure-ro”, comenta H1.

Lo anterior se suma al modo de vida tan precario en el que se hallaron desde los años 80. Esta precariedad (figura 9) resalta en las entrevistas de diversas formas. La primera de ellas es la migración a los alrededores del vertedero debido a “lo barato”, en palabras de H1. Los bajísimos costos de los terrenos le permitieron “buscar la vida”, no solamente a él y su familia, sino a otras, que paulatinamente fueron creando más colonias alrededor del basurero. Muchas de estas personas migrantes en busca de vivienda lo hicieron en las tierras sin dueño, “llegaban como paracaidistas y hacían sus casitas de cartón. (...) Esos sí vivían pegados a la basura, pegados, pegados a la basura”, platica M1.

Figura 9. Fachada de la casa de una persona recicladora, en las inmediaciones del SDF de Zaachila.



Fuente: elaboración propia (2024).

En la conversación con H1, reitera los bajos precios de los terrenos y añade: “y nadie los quería”, refiriéndose a que la cercanía al SDF disminuía la plusvalía de la tierra. Esto provocaba que solo las personas de más escasos recursos accedieran a comprar y habitar alrededor de la basura. Tener una propiedad en tierra, por más precaria que fuese, ha otorgado sentido de pertenencia a la gente que construyó sus viviendas ahí, pues un territorio apropiado es objeto de representación, de apego afectivo y símbolo de identidad (Giménez, 2005). El sentido colectivo, entonces, ha sido constituido por esta experiencia alrededor de la basura; este sufrimiento ambiental (Auyero y Swistun, 2008) compartido, este territorio que, aunque malsano (Ortega, 2023), sigue siendo el espacio en el cual la comunidad habita, se reproduce y mantiene la cohesión social (Rodríguez, 2020).

Varios ejemplos de dicho sufrimiento quedan explícitos en las experiencias transcritas, como el vivir sin acceso al agua potable ni a la red de energía eléctrica, servicios que en la modernidad muchos consideraríamos imprescindibles para una vida digna. Tanto H1 como M1 recuerdan la dificultad para conseguir agua potable. H1 exclama con ímpetu: “¡Nombre! Íbamos hasta por allá a traer una pipa y venía cuando se le daba la gana. El agua, eso es lo más cabrón”. En la actualidad, continúan comprando agua por medio de pipas, aunque la dificultad pasada era mayor; dado que eran pocos vecinos, debían organizarse para comprar agua en conjunto y acarrearla con cubetas desde el punto de reunión al que accediera la pipa hasta sus casas.

Otra cuestión que mencionaron los entrevistados tiene que ver con la constitución de la fauna debido al SDF. El principal inconveniente eran las pululantes moscas, que probablemente formaron parte inadvertida de la alimentación, como recuerda jocosamente H1:

Las moscas, eh. Nombre, olvídense, parecían abejas pues, entrando la noche hasta negro está (el techo) de moscas. (...) Quién sabe cuántas nos comimos dentro de los frijolitos. (...) Póngale usted que, en el arroz, en la sopa, lo ve pues, pero en los frijolitos no se ve, pues. Y como ese ingrato animal ahí cae pues...

Asimismo, había garzas, zopilotes y perros en cantidades exorbitantes, que sobrevivían adaptándose a comer lo que encontraban en la basura. Tal era su adaptación, que cuando iban a traer un cachorro, “a veces no se lograban”, porque no podían adaptarse a consumir otro tipo de alimento (como tortillas). Cuando cerró el basurero, su principal fuente de alimento desapareció, y poco a poco ellos también comenzaron a desaparecer. Los que permanecieron se vieron en la necesidad de recurrir a la caza de animales domesticados, como “pollo, guajolote, hasta chivos se comían”, ríe H1, pero después continúa con un dejo de tristeza: “¿Qué van a comer ya? No hay nada. Quién sabe qué pasó con tanto animal”. La descripción del basurero y su fauna puede servir de metáfora sobre la vida al margen, pero M1 y H1 lo recuerdan con repentinas risas, lo que aligera la dificultad de abordar el tema.

Todas estas condiciones socioambientales contribuyen a un deterioro en la salud de los ciudadanos y se traducen en enfermedades agudas y crónicas, características de este tipo de territorios malsanos (Ortega, 2023). Según Solíz (2017), los recicladores en México tienen una esperanza de vida de 39 años y sufren comúnmente de desnutrición crónica, dolores de espalda, infecciones oculares, mordeduras de fauna nociva, además de presentar un alto riesgo a sufrir enfermedades como dengue, tifoidea, cólera, problemas dermatológicos, problemas gastrointestinales, e incluso pérdida de memoria y falta de juicio tempranos. Inclusive las personas que no se dedican al reciclaje, pero que viven en los alrededores de un SDF, padecen de enfermedades “de todo, estómago, garganta...” como aseveran los entrevistados. De acuerdo con la DDHPO (2023), los niños nacen con hidrocefalia debido al consumo de agua contaminada, y existe una alta prevalencia de enfermedades dermatológicas y gastrointestinales.

Así, los efectos ambientales del vertedero no son los únicos que existen, también configuran posiciones de desigualdad que van acompañadas de falta de visibilidad y de soluciones. Se convierten en un sufrimiento ambiental (Auyero y Swistun, 2008) socialmente construido, un tipo de sufrimiento social que configura la resignación de las personas para poder dotar de sentido sus vidas. Al preguntar sobre lo que consideran la mayor dificultad de vivir cerca del vertedero, H1 afirma:

Pues resignarse a todo porque ¿ya qué? (se ríe). Pues ¿ya qué? No, no,

ahora ya está bien. (...) Ya se resigna uno, dice no, pues así vamos a vivir todo el tiempo, pues ¿ya qué? ¿Ya qué nos esperábamos?

En su voz se nota dolor, disfrazado por la risa, y alivio, porque la situación actual, aunque agravante, es menos adversa que la pasada, cuando estaba en funcionamiento el basurero. A pesar de la resignación latente en todos estos problemas que aquejan a la comunidad, existe también su contraparte. Por ejemplo, también existe la actitud alegre y el espíritu de superación que M1 demuestra al recordar su infancia llena de adversidades en el vertedero:

Aquí cuando veníamos, sí caminábamos entre la basura. Era hasta un juego venir al basurero. Nos divertíamos cuando veníamos, porque encontramos de todo. Era bien divertido, en serio (se ríe).

Ella señala que su madre nunca estaba en la casa, pues trabajaba, como la gran mayoría de los adultos pobladores de la zona. Así, los niños se juntaban para jugar con “la basura”: bicicletas, libros, muebles, y, sobre todo, con los perritos. “Era como haber encontrado el tesoro”, platica M1 sobre las ocasiones en que utilizaban lo hallado entre los RSU para cobrar promociones de distintas marcas y así buscar un sustento de vida, entre juegos:

Y cuando eran así, por ejemplo, promociones como la de El Rey (marca local de refresco, popular en los años 90 y ahora inexistente), (...) una vez encontramos una bolsísima

llena de corcholatas y era como haber encontrado el tesoro porque empezamos a buscar y agarrábamos las que decían “Paga el Rey” y nos fuimos (...) y creo que hasta cien rejas de refresco nos dieron y nos decían ¿ustedes por qué traen tanto? ¿Tienen algún familiar que trabaje en El Rey? Y nosotros no, pues es que tomamos mucho refresco. Y mi tía vendía comida, y esos refrescos los vendimos (en su negocio).

M1 relata alegremente estos recuerdos. Su alegría no fue hurtada por el capital generador de toneladas de RSU, residuos que terminan conformando territorios malsanos (Ortega, 2023) tales como los SDF, y que son el origen de las adversidades vividas. Como señala Méndez-García (2017), no solo existe una política de la tristeza que pone en común el sufrimiento ambiental (Auyero y Swistun, 2008) padecido y contra el que se lucha, sino que también cabe una política de la alegría, donde se recuerdan y reviven momentos felices, y se comparte el sentido de la lucha y de la fuerza proveniente de sus historias.

Los siguientes tres ejemplos, que muestran una contraparte positiva en torno a la GRSU, son procesos en curso de reciente origen, pero esto no debe significar su demérito. Primero, la Agencia Vicente Guerrero, perteneciente a Villa de Zaachila y cercana al SDF, ha presentado una queja formal contra el gobierno (DDHPO, 2023), ha llamado a su comunidad para realizar campañas de reforestación en las zonas afectadas (EDUCA, 2024b), y también ha buscado vincularse con otras

organizaciones para acompañar sus procesos legales en busca de justicia ambiental (Foro Oaxaqueño del Agua, 2024). Segundo, algunas colonias de la ZMO, como la Miguel Alemán, se han organizado para limpiar sus calles y educar a la población sobre la importancia de separar los RSU, amonestando colectivamente a quienes incumplan con los acuerdos locales (Pacheco, 2024). Tercero, varias organizaciones de la ZMO se han articulado y comprometido para llamar a la acción colectiva, por ejemplo: Centro de Derechos Indígenas Flor y Canto, A. C.; Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca; Foro Oaxaqueño del Agua; Consejo Consultivo Ciudadano de Oaxaca de Juárez; Consorcio para el Diálogo Parlamentario y Equidad, Oaxaca; Espacio de Encuentro de las Culturas Originarias, A. C.; Servicios para una Educación Alternativa, A. C.; Iniciativas para el Desarrollo de una Economía Alternativa y Solidaria, Ideas Comunitarias, A. C. (Foro Oaxaqueño del Agua, 2024).

Situación actual de la GRSU en la ZMO

Se estima que la ZMO genera entre 800 y 850 toneladas diarias de RSU (SEMAE-DESO, 2015; INECC, 2023). Tras el cierre del SDF de Zaachila en 2022, las calles amanecían repletas de residuos, por un lado, porque la población no sabía cómo disponer de ellos, ya que estaban acostumbrados a entregar su basura a los camiones recolectores; por otro, porque algunos sindicatos los esparcían en puntos estratégicos.

gicos de la ciudad capital como expresión de sus protestas (Briseño, 2022). Después de un tiempo, la basura comenzó a recolectarse en una estación de transferencia provisional y continúa haciéndose de este modo hasta la fecha.

Pero esta medida representa varios problemas importantes. En primer lugar, la estación se halla ubicada a orillas del río Atoyac (figura 10), decisión que en sí misma refleja la incapacidad e indiferencia de las autoridades e instituciones gubernamentales correspondientes. El lugar no cuenta con ningún tipo de medida para evitar que la basura termine siendo arrastrada por la corriente del río, contribuyendo así a su continua contaminación, sobre todo en épocas de lluvia y viento (González, 2024; Maya, 2024). Además, se encuentra en una de las zonas más precarias y marginadas de la capital del Estado: la Central de Abastos. Es decir, la basura se almacena cerca del cuerpo de agua más importante, sumamente contaminado, y de la población insignificante: los indígenas y mestizos en situación de pobreza. Sin embargo, estas personas constituyen un espacio eco-

nómico local y cultural muy importante, ya que el mercado es el lugar donde se realizan las plazas tradicionales, tanto a nivel estatal como nacional. Entonces, por un lado, el mercado tradicional latinoamericano, al ser receptáculo y mantenedor de la cultura indígena y afrodescendiente, se convierte en patrimonio territorial (Batista da Costa *et al.*, 2023); y, por el otro, los flujos comerciales que se dan en este tipo de centrales de abastecimiento determinan en gran medida la disponibilidad de alimentos, es decir, la seguridad alimentaria de la población general (Castillo-Melgarejo *et al.*, 2021).

En segundo lugar, los gastos por trasladar la basura a SDF de otros estados (principalmente del estado vecino de Veracruz) se han convertido en un gasto de magnitud exacerbada. Hasta mayo de 2024 se reporta un gasto mayor a 326 MDP, y el reporte más reciente señala un gasto diario de 393,000 pesos, pues la renta de viaje de góndolas y cajas de transferencia tiene un precio entre 37,000 y 57,000 pesos (Maya, 2024; Mejía, 2024; Jiménez, 2025a).

Figura 10. Impactos de la estación de transferencia sobre el río Atoyac: A) cercanía a la corriente del río, B) agua contaminada por basura.



Fuente: González (2024).

Un tercer problema, quizás menos urgente de atender, corresponde a la ralentización de la movilidad. Es decir, la vía de acceso a esta estación de transferencia es una vía de dos carriles sumamente transitada, por lo que el tránsito continuo de los grandes vehículos que transportan la basura, aunado al tiempo que permanecen estacionados (ocupando un carril) para cargar RSU, contribuye a una movilidad ineficiente y, por ende, a la contaminación del aire e incluso a la acústica y térmica.

Para resolver los problemas que causa esta solución temporal, el gobierno local anunció estar trabajando en un Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos de Oaxaca de Juárez en febrero de 2024 (Sánchez, 2024). Dentro de dicho proyecto se ha propuesto construir tres Centros Integrales de Revalorización de Residuos Sólidos Urbanos (CIRRSU) en las regiones de Valles Centrales, Costa e Istmo de Tehuantepec, lugares estratégicos debido a la creciente afluencia de personas (Parola, 2024a).

Supuestamente, el CIRRSU de Valles Centrales (donde se encuentra la ZMO) abarcaría 30 hectáreas de terreno, costaría 600 MDP, tardaría un año y medio en construirse, y contaría con una planta de separación, una de biofertilizantes y una celda de disposición final, generando productos comercializables como biofertilizantes y biocombustibles (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2023). Se pensó establecer en primera instancia en el municipio de Villa de Zaachila, justamente donde se hallaba el relleno sanitario, pero la

comunidad lo rechazó a raíz de las varias secuelas que el basurero les había dejado. Después se planteó para los municipios de San Pablo Villa de Mitla y San Lorenzo Albarradas, pero éstos argumentaron sobre la grave afectación que representaría para ambos destinos de importancia turística (Carrera, 2024; Flores, 2024): en San Pablo Villa de Mitla se encuentra la segunda zona arqueológica más visitada a nivel estatal y la decimosexta a nivel nacional (INAH, 2024); mientras que en San Lorenzo Albarradas se encuentra Herve El Agua, una de las únicas dos cascadas petrificadas del mundo (SECTUR, 2020).

Los últimos dos municipios a los que se les ofreció el megaproyecto fueron San Pedro Totolápam y Nochixtlán (Miranda, 2023; Carrera, 2024; Flores, 2024). Sin embargo, la propuesta se rechazó a principios del año 2024 por los pobladores y sus autoridades, señalando que se carece de estudios de impactos ambiental y sanitario y que el proyecto no estaba pensado para solucionar la problemática de la basura, sino para funcionar como un negocio (coordinando el sector privado con el institucional), lo que provocaría inseguridad y malversaciones por gente ajena a la comunidad (Flores, 2024).

Tras esta negativa, se reportó que el municipio de San Agustín de las Juntas había sido multado por más de 1 MDP por la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Oaxaca (PROPSEO), y que para condonar la deuda se les pedía la donación de 5 hectáreas de terreno para la edificación del tan anhelado CIRRSU,

bajo la promesa de fungir únicamente como centro de transferencia para 4 municipios (Hernández, 2024). Pero de consolidarse, esto implicaría una violación a la NOM-083, ya que un proyecto así no debe existir cerca de cuerpos de agua y, una vez más, el río Atoyac se ubica a escasos 50 metros, lo que demuestra la incongruencia de las soluciones propuestas.

Recientemente, se ha reportado que la construcción del CIRRSU sí está siendo llevada a cabo y que pronto terminará la primera etapa de la obra (Parola, 2024b). Aunque algunas fuentes señalan la secrecía por parte del Gobierno del Estado sobre el lugar elegido para ello, otras indican que se han preautorizado 750 MDP para utilizar predios de la Zona de Reserva Ecológica y Área Natural Protegida en el Cerro del Crestón (Liana, 2024). Aunado a ello y derivado de la petición de los comerciantes de la Central de Abastos, también existe el proyecto en curso para trasladar la mencionada estación de transferencia a la colonia Jerusalén, en el municipio de Xoxocotlán. Esto ha causado inconformidad en la población local, quienes no fueron consultados al respecto y han realizado protestas para manifestar su descontento y rechazo a la decisión (EDUCA, 2025; Jiménez, 2025b). Geopolíticamente, esta zona también es marginal, de colonias populares precarias, cercana al río Atoyac, por lo que lejos de considerarse una solución a los problemas derivados de la estación de transferencia, se asemeja más a una medida gubernamental apresurada cuyo fin es esconder la postergación de los problemas generados por una GRSU históricamente deficiente.

Por último, queda decir que la crisis de la basura no ha sido mitigada, a pesar de las apariencias. Para ejemplificar, apenas en diciembre de 2024, toneladas de basura se encontraban varadas en distintas colonias de la ZMO a causa de la avería de seis camiones recolectores (López, 2024), lo que denota la falta de preparación que existe para lidiar con situaciones emergentes.

Conclusiones

Estudiar las problemáticas socioambientales, características de la crisis civilizatoria, desde enfoques como el metabolismo social es importante para vislumbrar y comprender los flujos de materia y energía. La apropiación de la naturaleza y la excreción social en modo de RSU son inseparables, por lo que toda actividad humana repercute en la tierra, en el agua, en el aire y en nosotros mismos. Si existen territorios malsanos (Ortega, 2023), es por la destrucción antropogénica y antropocéntrica, que precariza y sacrifica a los más pobres y excluidos, a razón de hiperproducción y consumo de los que acumulan la riqueza económica y el poder bio y necropolítico.

La problemática estudiada es en definitiva estructural, creada por el modo de producción capitalista, impuesta desde el poder vertical. Los resultados permiten comprender la evolución y el impacto del SDF de Zaachila en su entorno (tanto a nivel micro como macro), el desamparo estatal hacia una población vulnerable y discriminada, y la grave situación socioambiental a causa de una fractura metabólica

evidenciada por el metabolismo social de los RSU. La planificación gubernamental escasa y fallida queda expuesta por el uso rebasado del sitio y las acciones correctivas insuficientes e incongruentes con las necesidades socioambientales reales, lo que convierte a las colonias alrededor del basurero en un territorio malsano.

Una parte de la población se halla inmiscuida en una resignación al sufrimiento ambiental (Auyero y Swistun, 2008) causado por este territorio malsano (Ortega, 2023), inapelable. Pero a pesar de todo lo negativo, hay una experiencia emergente de movimiento social que resalta la complejidad de las redes de actores involucrados y las posibilidades que surgen a partir de la soberanía de los pueblos, tanto de las comunidades inmediatas al SDF como de otras que dependían de éste. Las iniciativas locales de resistencia y lucha por la justicia ambiental comienzan a mostrar la vitalidad y el compromiso de las comunidades afectadas y a visibilizar la constante tensión entre resignarse y luchar. Se concluye el escrito aseverando que los desafíos que plantea la GRSU necesita de enfoques participativos y centrados en la búsqueda de justicia ambiental.

Referencias bibliográficas

- Aguilera Klink, F. y Alcántara, V. (Comp.). (1994). *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. Barcelona: Icaria-FUHEM. 408 p
- Alimonda, H. (2002). Introducción: política, utopía, naturaleza. En Alimonda, H. (Comp.), *Ecología Política: Naturaleza, sociedad y utopía* (pp. 7-14). Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).
- Auyero, J. y Swistun, D. A. (2008). *Inflamable: Estudio del sufrimiento ambiental*. Buenos Aires: Paidós. 240 p
- Batista da Costa, E.; Pulgarín-Osorio, Y.; Garibay Gómez, J. A. y Pasuy Arciniegas, W. (2023). Usos turísticos del territorio y patrimonio-territorial en mercados de Colombia y México. *Cuadernos de Turismo*, 52 (2023), 239-262. <https://doi.org/10.6018/turismo.593621>
- Briseño, P. (2022, 5 de noviembre). *Se agrava crisis de basura en Oaxaca; toneladas de desechos inundan calles de la ciudad*. Excelsior. <https://www.excelsior.com.mx/nacional/se-agrava-crisis-de-basura-en-oaxaca-toneladas-de-desechos-inundacion-calles-de-la-ciudad>
- Carrera Pineda, A. (2022, 19 de julio). *Tiradero de Zaachila tiene un lustro de vida artificial*. El Imparcial de Oaxaca. <https://imparcialoaxaca.mx/oaxaca/tiradero-de-zaachila-tiene-un-lustro-de-vida-artificial/>
- Carrera Pineda, A. (2024, 18 de febrero). *CIRRSU sigue dando tumbos; crisis de basura, irresoluble*. El Imparcial de Oaxaca. <https://imparcialoaxaca.mx/oaxaca/842213/cirrsu-sigue-dando-tumbos-crisis-de-basura-irresoluble/>
- Castillo-Gallardo, M. (2016). Desigualdades socioecológicas y sufrimiento am-

- biental en el conflicto “Polimetales” en Arica. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, 72, 89-114. ISSN: 1405-1435 (versión impresa)
- Castillo-Melgarejo, D.; Ochoa-Jiménez, L.; Monroy-Isaza, S.; Manrique-Caro, L. y Rincón-Becerra, D. (2021). Seguridad alimentaria y nutricional: un acercamiento a la disponibilidad de alimentos de la provincia Sabana Centro del departamento de Cundinamarca, a partir de un estudio de caracterización del mercado local. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 31 (57). <https://doi.org/10.24836/es.v31i57.1049>
- Defensoría de los Derechos Humanos del Pueblo de Oaxaca (DDHPO). (2023, 21 de noviembre). *Contaminación provocada por el basurero municipal ubicado en la Agencia Vicente Guerrero, Villa de Zaachila, Oaxaca (Alerta Temprana)*. Oaxaca: DDHPO. https://www.ddhpo.org/wp-content/uploads/2024/04/A7_BASURE-RO_ZAACHILA.pdf
- Flores, R. (2024, 16 de febrero). *CIRRSU: Rechazan en Nochixtlán centro de residuos sólidos urbanos*. Oaxaca Media. <https://oaxaca.media/2024/02/cirrsu-rechazan-en-nochixtlan-centro-de-residuos-solidos-urbanos/>
- Foro Oaxaqueño del Agua. (2024, 25 de octubre). *Pronunciamiento de la jornada ¡La basura!: ¿De dónde viene y qué hacemos con ella?* Foro Oaxaqueño del Agua. <https://foro-oaxaqueño-del-agua.wordpress.com/2024/10/25/antes-la-crisis-de-los-residuos-en-los-valles-centrales-de-oaxaca/>
- Foster, J. B. (1999). Marx's theory of metabolic rift: classical foundation for environmental sociology. *American Journal of Sociology*, 105, 366-405
- Giménez, G. (2005). Territorio e identidad: Breve introducción a la geografía cultural. *Trayectorias*, 7 (17), 8-24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60722197004>
- Gobierno del Estado de Oaxaca. (2023, 18 de octubre). *Presenta gobernador de Oaxaca sede del CIRRSU con una inversión de 600 MDP*. <https://www.oaxaca.gob.mx/comunicacion/presenta-gobernador-de-oaxaca-sede-del-cirrsu-con-una-inversion-de-600-mdp/>
- González, G. H. (2024, 8 de julio). *Grave contaminación en el Atoyac; basura, arrastrada por la corriente*. NVI Noticias. <https://www.nvinoticias.com/oaxaca/general/grave-contaminacion-en-el-atoyac-basura-arrastrada-por-la-corriente/163091>
- Google. (2007 – 2022). *Vista aérea del Basurero Municipal de Oaxaca* (Imágenes de Google Earth). <https://earth.google.com/>
- Hernández, C. A. (2024, 6 de agosto). *Alertan por intento de instalar el CIRRSU en San Agustín de las Juntas*. El Imparcial de Oaxaca. <https://imparcialoaxaca.mx/oaxaca/882616/alertan-por-intento-de>

instalar-el-cirrsu-en-san-agustin-de-las-juntas/

- Hervé Espejo, D. (2010). Noción y elementos de la justicia ambiental: Directrices para su aplicación en la planificación territorial y en la evaluación ambiental estratégica. *Revista de Derecho*, 23 (1), 9-36. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09502010000100001>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). (2024). *Sistema Institucional Estadística de Visitantes*. <https://www.estadisticas.inah.gob.mx>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2023). *Estimación de la generación de biogás en el sitio de disposición final Villa de Zaachila, Oaxaca*. México: INECC – SEMARNAT. 33 p
- Jiménez, C. (2025a, 8 de enero). *Capital de Oaxaca seguirá pagando por trasladar su basura a Veracruz; costo es de casi 400 mil pesos diarios*. El Universal. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/sociedad/capital-de-oaxaca-seguira-pagando-por-trasladar-su-basura-veracruz-costo-es-de-casi-400-mil>
- Jiménez, C. (2025b, 9 de enero). *Protestan contra cambio de centro de transferencia de residuos de la Central de Abasto de Oaxaca*. El Universal. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/metropoli/protestan-contra-cambio-de-centro-de-transferencia-de-residuos-de-la-central-de-abasto-de>
- Jiménez Castañeda, M. E. (2009). *Caracterización hidrogeológica de la laguna de lixiviados del tiradero municipal de la ciudad de Oaxaca* (Tesis de Maestría). IPN – CII- DIR Unidad Oaxaca. 107 p
- Leff, E. (2006). La ecología política en América Latina: Un campo en construcción. En Alimonda, H. (Comp.), *Los tormentos de la materia: Aportes para una ecología política latinoamericana* (pp. 21-39). Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).
- Liana, M. (2024, 28 de diciembre). *En San Felipe del Agua y Ejido Guadalupe Victoria, el nuevo CIRRSU, acuerdan*. El Imparcial de Oaxaca. <https://imparcialoaxaca.mx/oaxaca/en-san-felipe-del-agua-y-ejido-guadalupe-victoria-el-nuevo-cirrsu-acuerdan/>
- López Garrido, P. A.; Sánchez Gómez, J. y Ramírez Bautista, S. L. (2006). Saneamiento del tiradero de la ciudad de Oaxaca de Juárez. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 1 (1), 12 p. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/14440>
- López Velázquez, C. (2024, 17 de diciembre). *Recolección de basura en Oaxaca afecta a 10 colonias por avería de camiones*. NVI Noticias. <https://www.nvinoticias.com/oaxaca/general/recoleccion-de-basura-en-oaxaca-afecta-10-colonias-por-averia-de-camiones/169356>
- Luna Zamora, R. (2007). *Resignación y sufrimiento en el cambio sociocultural*. XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología, Guadalajara, México

- co. <https://www.aacademica.org/000-066/1838>
- Maya Alonso, M. (2024, 16 de noviembre). *Oaxaca de Juárez, dos años sin relleno sanitario*. Buzos de la Noticia. <https://buzos.com.mx/noticia/oaxaca-de-juarez-dos-anos-sin-relleno-sanitario>
- Mejía Reyes, L. (2024, 25 de noviembre). *Mantiene Municipio opacidad sobre traslados de desechos*. El Imparcial de Oaxaca. <https://imparcialoaxaca.mx/la-capital/mantiene-municipio-opacidad-sobre-traslados-de-desechos/>
- Méndez-García, E. (2017). *De relámpagos y recuerdos... Minería y tradición de la lucha serrana por lo común*. Cátedra Jorge Alonso – Universidad de Guadalajara – CIE-SAS. 256 p
- Miranda, F. (2023, 18 de octubre). *A un año de la crisis de basura en Oaxaca, anuncian construcción de centro de revalorización en Totolápam*. El Universal. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/estatal/un-ano-de-la-crisis-de-basura-en-oaxaca-anuncian-construccion-de-centro-de-revalorizacion-en>
- Ortega Elorza, L. E. (2023). Territorios malsanos: metabolismo sociedad-naturaleza en un clúster agroindustrial en las zonas áridas de San Luis Potosí, México. En Pereyra, H.; Ferrazini, L.; Verzeñassi, D. y Keppl, G. (Coords.), *Ex-tractivismos y sus implicancias en la Salud, Ambiente y Territorios en Latinoamérica y el Caribe* (pp. 53-71). X Dossier de Salud Internacional Sur Sur, Ediciones GT Salud Internacional CLACSO
- Pacheco, A. L. (2024, 21 de junio). *Vecinos de colonia Alemán, cansados de recoger basura ajena en Oaxaca*. NVI Noticias. <https://www.nvinoticias.com/oaxaca/general/vecinos-de-colonia-aleman-cansados-de-recoger-basura-ajena-en-oaxaca/162439>
- Parola, P. (2024a, 8 de agosto). *Oaxaca requiere de tres Centros para tratar Residuos Sólidos (CIRRSU)*. Cuarta Plana. [https://www.cuartaplana.com.mx/2024/08/Oaxaca-requiere-de-tres-Centros-para-tratar-Residuos-Solidos-\(CIRRSU\)/](https://www.cuartaplana.com.mx/2024/08/Oaxaca-requiere-de-tres-Centros-para-tratar-Residuos-Solidos-(CIRRSU)/)
- Parola, P. (2024b, 27 de noviembre). *“Va muy bien la construcción del CIRRSU”, asegura Jesús Romero*. Cuarta Plana. <https://cuartaplana.com/2024/11/Va-muy-bien-la-construccion-del-CIRRSU,-asegura-Jesus-Romero/>
- Pérez Alfonso, J. A. (2022, 8 de octubre). *Cierran basurero de Zaachila tras 42 años de funcionamiento*. La Jornada. <https://www.jornada.com.mx/notas/2022/10/08/estados/cierran-basurero-de-zaachila-tras-42-anos-de-funcionamiento/>
- Proops, J. L. R. (1989). Ecological economics: Rationale and problem areas. *Ecological Economics*, 1 (1), 59-76. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(89\)90024-4](https://doi.org/10.1016/0921-8009(89)90024-4)
- Ramírez Guevara, S. J.; Galindo Mendoza, M. G. y Contreras Servín, C. (2015).

- Justicia ambiental: Entre la utopía y la realidad social. *Culturales*, 3 (1), 225-250. ISSN: 1870-1191 (versión impresa)
- Rathje, W. y Murphy, C. (1992). *Rubbish! The archaeology of garbage*. Harper Collins Publishers. 250 p
- Real Academia Española (RAE). (s.f.) Resignación. En: *Diccionario de la lengua española* (versión 23.7 en línea). Recuperado el 24 de noviembre de 2024, de <https://dle.rae.es/resignación>
- Rodríguez Rodríguez, L. I. (2020). “El poder se viste de costumbre”: Sistema de cargos en comunidades originarias en Mesoamérica y Los Andes. *Boletín Antropológico*, 38 (99), 7-27. <https://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=71263369001>
- Sánchez Sarmiento, M. (2024, 09 de febrero). *Encabeza Martínez Neri la presentación del Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Oaxaca de Juárez*. Oaxaca MX <https://agenciaoaxacamx.com/encabeza-martinez-neri-la-presentacion-del-programa-de-manejo-integral-de-residuos-solidos-urbanos-en-oaxaca-de-juarez/>
- Scott, J. C. (1990). *Domination and the Arts of Resistance. Hidden Transcripts*. Yale University Press. 269 p
- Secretaría de Turismo (SECTUR). (2020). *Diagnóstico del Parador Turístico de Herve El Agua*. <https://www.oaxaca.gob.mx/sectur/wp-content/uploads/sites/65/2020/12/96.-Diagnostico-del-Parador-Hierve-el-Agua.pdf>
- Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAE-DESO). (2015). *Resumen Ejecutivo del Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en el Estado de Oaxaca*. México: SEMAEDESO – SEMARNAT. 86 p
- Servicios para una Educación Alternativa A. C. (EDUCA). (2024a, 9 de abril). *Saneamiento del basurero de Zaachila sigue siendo una promesa incumplida del gobierno, acusan activistas*. La Minuta. <https://www.educaoaxaca.org/saneamiento-del-basurero-de-zaachila-sigue-siendo-una-promesa-incumplida-del-gobierno-acusan-activistas/>
- Servicios para una Educación Alternativa A. C. (EDUCA). (2024b, 25 de septiembre). *Agencia Vicente Guerrero comienza reforestación masiva para mitigar efectos del extiradero más grande de Oaxaca*. La Minuta. <https://www.educaoaxaca.org/agencia-vicente-guerrero-comienza-reforestacion-masiva-para-mitigar-efectos-del-extiradero-mas-grande-de-oaxaca/>
- Servicios para una Educación Alternativa A. C. (EDUCA). (2025, 14 de enero). *San Antonio de la Cal y Santa Cruz Xoxocotlán protestan por ‘nuevo basurero municipal’ que afectará sus territorios*. La Minuta. <https://www.educaoaxaca.org/san-an->

tonio-de-la-cal-y-santa-cruz-xoxocotlan-protestan-por-nuevo-basurero-municipal-que-afectara-sus-territorios/

Velázquez, K. (2021). *En México no falta agua, sobra chatarra*. Bocado – UNAM. <https://let.iiec.unam.mx/node/3382>

Shmelev, S. E. (2012). *Ecological Economics: Sustainability in Practice*. Springer Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1972-9>

Zavala, J. C. (2022a, 10 de julio). *Sólo 5 de 28 municipios que usan basurero de Zaachila, Oaxaca, pagan su mensualidad: ayuntamiento*. El Universal. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/metropoli/solo-5-de-28-municipios-que-usan-basurero-de-zaachila-oaxaca-pagan-su-mensualidad>

Solíz, M. F. (2017). ¿Por qué un Ecologismo Popular de la basura? En Solíz, M. F. (Coord.), *Ecología política de la basura: Pensando los residuos desde el Sur* (pp. 21-71). Ediciones AbyaYala-Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo.

Zavala, J. C. (2022b, 18 de julio). *Separación de residuos: esperanza ante crisis de basura en Oaxaca olvida a 200 personas recolectoras*. El Universal. <https://oaxaca.eluniversal.com.mx/estatal/separacion-de-residuos-esperanza-ante-tesis-de-basura-en-oaxaca-olvida-200-personas>

Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones: Estudios de Historia y Sociedad*, 34 (136), 41-71. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13729711004>

Zavala, J. C. (2022c, 26 de septiembre). *Recolectores: indefensión y abandono ante el cierre del basurero en Oaxaca*. Estado 20. <https://www.estado20.com/reportajes/recolectores-indefension-y-abandono-ante-el-cierre-del-basurero-en-oaxaca/>

Toledo, V. M. y González de Molina, M. (2007). El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En Garrido-Peña, F.; González de Molina, M.; Serrano-Moreno, J. L. y Solana-Ruíz, J. L. (Coords.), *El paradigma ecológico en las ciencias sociales* (pp. 85-112). Editorial Icaria

Gestión de residuos sólidos urbanos: importancia de la participación ciudadana y contextos locales¹

Laura Lourdes Gómez-Hernández², Alma Verónica González-Pérez³

Resumen

La gestión de residuos sólidos urbanos (GRSU) se ha convertido en uno de los principales temas de la agenda ambiental, no solo en los territorios municipales, sino a nivel nacional y mundial. La situación entorno a la GRSU, tiene diversas aristas, una de las principales es la afectación ambiental y su relación con el suelo, agua y aire. El proceso de esta investigación se realizó mediante un enfoque cualitativo, apegado al diseño de Investigación Acción

Participativa (IAP). Para la recolección de información se aplicaron herramientas como: dialogo con informantes clave, dialogo con grupos de enfoque, observación participante y llamadas telefónicas a los ciudadanos. Los principales resultados muestran que el 100% de personas entrevistadas conocen sobre la separación de residuos. El contar con un espacio que sería destinado para la disposición final de residuos contribuyó a sentar las bases de una adecuada gestión de residuos sólidos urbanos. Se identificaron tres elementos clave de participación ciudadana. Tres elementos que fortalecen la gestión de residuos sólidos urbanos, por parte de la autoridad. Así como dos puntos importantes para incorporar al turismo hacia una adecuada gestión de residuos sólidos urbanos.

Palabras clave: participación ciudadana, transparencia, rendición de cuentas.

1 Capítulo de libro derivado del proyecto de investigación titulado "Estrategia comunitaria de manejo de los residuos sólidos: el caso de Villa de Mitla Oaxaca".

2 Maestra en Administración. Instituto Politécnico Nacional, CII-DIR-IPN Unidad Oaxaca, México; Profesora investigadora. Línea de investigación economía solidaria y sus implicaciones; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2518-2122>.

3 Maestra en Gestión de Proyectos para el desarrollo solidario.

Urban solid waste management: Importance of citizen participation and local contexts

Abstract

The management of municipal solid waste (MSW) has become one of the main

topics on the environmental agenda, not only at the municipal level but also nationally and globally. The situation surrounding MSW management has multiple

dimensions, one of the most significant being its environmental impact and its relationship with soil, water, and air. This research was carried out using a qualitative approach, based on the Participatory Action Research (PAR) design. To collect data, various tools were employed, including dialogue with key informants, focus group discussions, participant observation, and phone interviews with citizens. The main results show that 100% of the interviewees are aware of waste separation practices. The existence of a designated space for final waste disposal helped lay the foundation for proper municipal solid waste management. Three key elements of citizen participation were identified, as well as three components that strengthen MSW management from the perspective of local authorities. In addition, two important aspects were highlighted for incorporating tourism into sustainable municipal solid waste management.

Keywords: citizen participation, transparency, accountability.

Introducción

La gestión de residuos sólidos urbanos (GRSU) se ha convertido en uno de los principales temas de la agenda ambiental, no solo en los territorios municipales, sino a nivel nacional y mundial.

De acuerdo con el Fondo Nacional de Infraestructura del estado de Oaxaca, durante 2021, la región de Valles Centrales generó un aproximado de 1,050 toneladas

de residuos sólidos al día, equivalente a más del 30% de residuos del estado. La Ciudad de Oaxaca y 25 municipios conurbados generan alrededor de 800 toneladas al día (Fonadin, 2021).

La situación entorno a la GRSU, tiene diversas aristas, una de las principales es la afectación ambiental y su relación con el suelo, agua y aire. El Plan estatal de desarrollo 2022-2028, manifiesta que la infraestructura para atender los residuos sólidos que se generan diariamente, es insuficiente. Para contribuir a mejorar los procesos de GRSU, se han realizado diversas investigaciones, García, et al (2023) plantean una serie de acciones a corto, mediano y largo plazo: actualizar el marco legal, formar profesionales, fortalecer las finanzas, elaborar políticas, tecnologías propias e infraestructura adecuada. Sin embargo, la atención a las diversas afectaciones por la inadecuada gestión de residuos sólidos urbanos debe considerar otras estrategias, donde la participación ciudadana recobra un lugar importante.

La ciudadanía debe asumir conciencia en cuanto al cambio de hábitos tanto en procesos de producción como de consumo (Sánchez, et al 2019), al respeto es necesario informar e involucrar de manera activa a los ciudadanos. Existen diversas razones, una de las principales es que, desde la generación, la separación y otras fases del proceso interviene la ciudadanía. Además, que la propia ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (2003) mandata la participación social.

El conocer sobre la legislación y normativa al respecto de la GRSU representa un punto clave para llevar a cabo procesos adecuados. Las autoridades asumen la función de planear - ejecutar y la ciudadanía de participar. En México se cuenta con la Ley general sobre prevención y gestión integral de los residuos sólidos, misma que está vigente del año 2003. La normativa promueve un adecuado manejo de los residuos (Sánchez et al 2019).

La existencia de legislación y normativa en materia ambiental es amplia y también tiene sus antecedentes, aciertos y espacios de oportunidad para mejorar. Cuando las autoridades municipales se involucran la situación cambia. Tal es el caso de la autoridad municipal 2020-2023 de San Pablo Villa de Mitla, un municipio perteneciente a los Valles Centrales de Oaxaca. Donde se realizó este trabajo, cuyo objetivo fue; analizar la gestión de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de identificar elementos de participación ciudadana y consideraciones de la autoridad municipal que contribuyen al buen manejo de residuos sólidos urbanos.

Una de las principales actividades económicas que se realiza en la comunidad de estudio es el turismo, por ello, han recibido reconocimientos a nivel nacional e internacional. Pueblo Mágico desde 2015 e integrante de la Organización de Ciudades del Patrimonio Mundial a partir de 2018 (González, 2021). San Pablo Villa de Mitla debe contar preferentemente con su programa municipal de manejo de residuos sólidos, como impulso para mantener y hacer crecer en su actividad turística.

El turismo contribuye de manera importante a la economía no solo de Mitla, si no a nivel estatal y nacional. En México, durante 2020 la industria turística aportó 6.7% al PIB (Comunicado de prensa 2021). El turismo genera ocupación, empleo y autoempleo. Sin embargo, la frase de “industria sin chimenea”, quedó atrás. El estudio realizado por (Legorreta et al, 2011), muestra que existe diferencia significativa de los RSU generados por la ciudadanía en tiempos de vida cotidiana y en temporada vacacional o cuando se reciben cantidades importantes de turistas.

Existen diferencias en los volúmenes de residuos generados por el turismo, de acuerdo con (Sotomayor, 2008), en lugares con amplio margen de visitantes, se llega a generar hasta un 50% más de lo que se genera por la población en época normal.

Este documento se encuentra estructurado de la siguiente manera; el segundo apartado corresponde a una revisión bibliográfica sobre la gestión integral de residuos sólidos urbanos y su relación con el turismo. Posteriormente en el apartado 3, se describe la metodología, en el apartado cuatro, se muestran los resultados y su discusión. En el apartado cinco se encuentran las conclusiones.

Marco de referencia

Gestión integral de residuos sólidos urbanos

De acuerdo con la LGPRSU, son Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son:

Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole. (LGPGIRSU, 2023 pp.7)

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos es un tema de importancia global, se ha incorporado en agendas municipales y retomado en legislaciones nacionales, estatales y municipales. A pesar de que la preocupación medioambiental se viene gestionado desde hace décadas, la situación se vuelve cada día más compleja. Por una parte, es conveniente redoblar esfuerzo en algunos sectores con la finalidad de contribuir de manera eficiente al cuidado medioambiental (Bartra et al, 2020).

En las distintas fases de la GIRSU, se encuentran al menos cuatro donde la participación social o ciudadana es relevante (LGPGIRS, 2023). Sin embargo, este involucramiento lleva consigo, educar en temas ambientales con la finalidad de que el saber se fortalezca, desde la generación hasta la entrega de los residuos y formar una cultura ambiental, donde el involucramiento sea integral (Bartra et al, 2020),

Las autoridades municipales tienen responsabilidad mandatada por la ley (LGP-GIRS,2003), sin embargo, existen algunos vacíos en materia normativa, política y social que impiden que el involucramiento de las autoridades sea el adecuado. Lo reportado por (Juárez et al, 2007) indica que la existencia de legislación local no implica su cumplimiento, cerca de un 10% de municipios en la región de Valles Centrales de Oaxaca cuenta con legislación. En su mayoría se carece de planes de manejo en materia ambiental.

Residuos sólidos urbanos y turismo

La actividad turística se refiere a todas las actividades que realizan las personas que viajan fuera de su entorno habitual por un periodo mayor de 12 meses, cuyo principal motivo es la diversión, el ocio, negocio u otros (CEPAL, 2003). El llamado “gasto del turismo” implica la adquisición de bienes y servicios, derivado de estas actividades surge la generación de residuos por parte de los turistas.

La actividad turística crece aproximadamente 9% anual, sin embargo, el crecimiento económico no ha logrado satisfacer del todo las necesidades de los destinos turísticos, a pesar de la generación de empleos y derrama económica por los diferentes servicios y bienes adquiridos, existe una afectación ambiental, social y cultural (CEPAL,2003)

Hasta hace poco tiempo se consideraba que la industria turística generaba bajo im-

pacto al ambiente, sin embargo, la generación de residuos es en grandes volúmenes (Robertos, 2010). Posiblemente eso fortaleció la inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos que se generan por la actividad.

El tema de la gestión de los residuos sólidos y la actividad turística van de la mano, el fortalecimiento y/o crecimiento de la actividad está vinculado a la generación de residuos. Los residuos sólidos urbanos son la primera fuente de generación y afectación, sin embargo, la actividad lleva consigo el uso de diversos recursos, entre ellos el agua. Algunos efectos son; la generación de aguas residuales, el incremento de contaminación auditiva y visual, entre otros.

En la gestión de los residuos sólidos urbanos no se diferencia entre el residuo generado por el turista y el resto de los ciudadanos de las localidades receptoras o anfitrionas. El tema de la generación y separación involucra a todos los sectores, donde quien genera puede y debe participar en la separación y la autoridad recolectora, implementar medidas para que los residuos sean bien canalizados y la cultura de separación se fortalezca. Evitar que, al llegar al camión recolector, los residuos se vuelven a unir (López et al, 2020). Lo anterior con la finalidad de que autoridad y ciudadanía sumen esfuerzos encaminados hacia la adecuada gestión de los RSU.

El tema de la generación de residuos por el sector turístico transita a la disposición, donde además de recuperar algunos materiales reciclables, es conveniente promover

la modificación de patrones de consumo, con la finalidad de reducir la generación (Robertos, 2010)

Los procesos de sensibilización, educación ambiental son un aliado para continuar hacia una eficiente gestión de RSU (López et al, 2020)

Dentro de los principales retos para abonar a una adecuada gestión de residuos se encuentran; la escasa sensibilización en temas de consumo responsable, reducción y separación de residuos, el tratamiento de aguas residuales, entre otros (Bonilla et al, 2024).

Metodología

Lugar de estudio

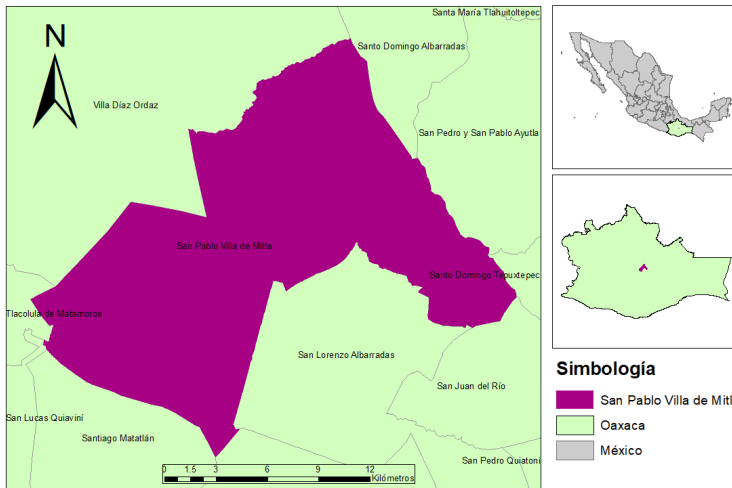
La presente investigación se realizó en la población de Mitla, uno de los 570 municipios del estado de Oaxaca, se ubica al sur de México. Perteneció al Distrito de Tlacolula de Matamoros, colinda al norte con los municipios de Santo Domingo Albarradas y Villa Díaz Ordaz, al sur con Tlacolula de Matamoros; al oeste con Tlacolula de Matamoros y Villa Díaz Ordaz; al este con San Lorenzo Albarradas y Santo Domingo Albarradas (INEGI, 2020)

La población se forma 11 localidades; San Pablo Villa de Mitla, Xaagá, Unión Zapata (loma larga), Santa María Albarradas, San Miguel Albarradas, El Tequio, San José del Paso, Lomas del Pedregal, Tierra Blanca, Don Pedrillo y Robias.

Cuenta con un total de 13,587 habitantes, 6,526 hombres y 7,061 mujeres (INEGI, 2020). En el caso de la presente investiga-

ción, se trabajó con la cabecera municipal que cuenta con un total de 18 colonias.

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio



Fuente: elaborado por Sela Yanet Raymundo Ayende, programa ArcMap del ArcGis

Actividades económicas

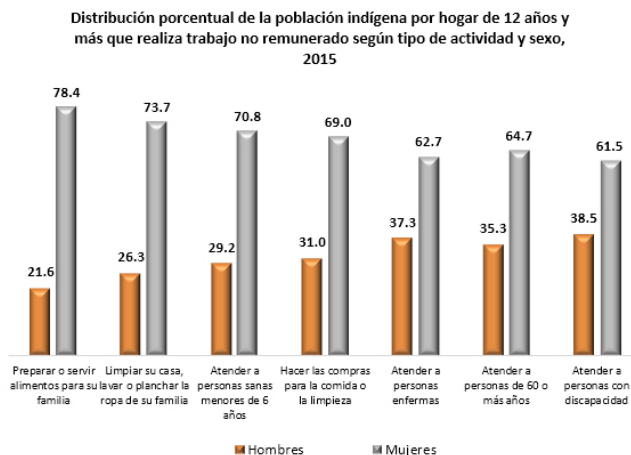
Una de las principales actividades económicas de Mitla es el turismo. En su territorio se ubica una de las principales zonas arqueológicas de la región de Valles Centrales del estado de Oaxaca, “Las Ruinas” como lo conoce la población. Los locales reconocen que La zona arqueológica deriva del cementerio del imperio Zapoteco durante su dominio en Monte Albán. Otra de las principales actividades es la elaboración y venta de ropa típica.

San Pablo Villa de Mitla, es una comunidad considerada indígena ya que predomi-

na el idioma zapoteco y varias tradiciones indígenas. El INEGI (2015) maneja datos del 97.11% en el caso de mujeres y 97.77% en el caso de hombres que hablan una lengua indígena y español.

En el caso de comunidades indígenas, las mujeres desde muy temprana edad van aprendiendo a realizar una serie de labores específicas del ámbito doméstico (Araiza, 2006). Según datos de la Comisión Nacional para el Desarrollo de Pueblos Indígenas (CDI, 2015) la distribución de tareas en las comunidades indígenas se da de la siguiente manera:

Figura 2. Ocupación no remunerada población indígena



Nota: se destaca la participación de mujeres a cargo de labores prioritarias en casa.

Este es un aspecto para considerar, ya que, para plantear estrategia comunitaria efectiva, se debe contar con la participación de la comunidad, y en el caso concreto de los residuos sólidos, se debe focalizar la estrategia a las mujeres, que como hemos visto normalmente son ellas las que se involucran con este tipo de actividades en la casa. Este proyecto se enfocó de manera prioritaria con las mujeres.

El proceso de investigación se realizó mediante un enfoque cualitativo, apegado al diseño de Investigación Acción Participativa (IAP) (Hernández et al, 2018).

La investigación se realizó durante (2020-2021) periodo de pandemia por Sars-CoV-2, por lo que se tuvo algunas restricciones para el trabajo de campo. Algunas de las entrevistas se realizaron vía telefónica.

Para la recolección de información se aplicaron herramientas como: dialogo con informantes clave, dialogo con grupos de enfoque, observación participante Geilfus (2002), llamadas telefónicas, reuniones con autoridades municipales y ejidales, entre otras. Para el análisis de la información; Matriz de priorización de problemas, Identificación de soluciones locales o introducidas, Autodiagnóstico y análisis de campo de soluciones locales.

Etapas de trabajo

El contacto inicial se realizó mediante dos reuniones con autoridades municipales; presidente municipal y regidor de ecología. Posteriormente se aplicó un total de 37 entrevistas a pobladores, a la par de realizar observación participante en zonas

de interés como el centro de la población, zona arqueológica y mercado local.

Se trabajó con una representación de las 18 colonias que forman la localidad. Las personas con quien se trabajó fueron principalmente mujeres, aunque no exclusivamente. Las características que se consideraron en la población fueron; estar inmersos en tareas del hogar, participación en labores de separación y disposición de residuos sólidos urbanos.

Un elemento clave a considerar en el proceso metodológico es el uso de la lengua materna de San Pablo Villa de Mitla, el Zapoteco.

La información se consultó e integró mediante tres componentes de estudio: 1) Acerca de la participación ciudadana, 2) Gestión de residuos sólidos urbanos y la autoridad y 3) Residuos y turismo.

Resultados y su discusión

Participación ciudadana

El 100% de personas entrevistadas conocen sobre la separación de residuos, para ellos conocida como “separación de basura”.

El personal que participa en la recolección en carros recolectores asume un rol importante; ellos orientan a las personas en caso de duda en cuanto a la separación de residuos.

Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, establece la importancia de la participación ciudadana en el proceso de gestión. En el caso de Mitla esta participación es activa, aspecto que coincide con lo encontrado por (Grillo et al, 2022), cuya determinación es que la participación ciudadana “influye de manera significativa” en la GRSU.

Una de las fases en que se puede visualizar de mejor manera la participación ciudadana es en el consumo y separación en la fuente. Sin embargo, es necesario transitar hacia los desechos industriales que son los que generan la mayor cantidad de residuos en el planeta.

Comunicación efectiva

Para hacer llegar información sobre el adecuado manejo de residuos sólidos urbanos, se encontró que es efectivo considerar al menos tres rangos de edad:

- De 18 a 38 años mediante redes sociales, Facebook sería una manera eficiente de transmitir información, la mayoría de las personas de ese rango de edad tiene contacto.
- De 39 a 59 años internet y radio local,
- De 59 en adelante, se recomienda spot, murales u otros en Zapoteco

La comunicación efectiva es un elemento que permitirá un mayor involucramiento de la ciudadanía. El considerar el contexto y las actividades que por las que

se generan los RSU es relevante, al tener estas consideraciones, las personas se involucran de mejor manera, sienten que a la autoridad le interesa su punto de vista y que tomaran en cuenta su opinión.

Rendición de cuentas y transparencia

Los pobladores conocen sobre la gestión de residuos que realiza el municipio, sin embargo, entrevistados consideran que es necesario informar sobre las cantidades de composta que se generan por los residuos orgánicos, así como beneficios económicos, en caso de haber, por la venta de materiales de rehúso como el pet, cartón, entre otros. Así como, de qué manera pueden participar de los beneficios. Se considera que el contar con información contribuiría a mejorar el manejo de los residuos.

El contar apego a la normativa y gestionar de mejor manera los RSU en cada una de sus fases, se debe complementar con procesos de transparencia y rendición de cuentas. La información sobre el aprovechamiento y valorización de los residuos se debe transparentar hacia las poblaciones. Es necesario la participación ciudadana, pero es conveniente ser recíprocos, es conveniente que la autoridad compense las buenas prácticas de gestión. Un estímulo no económico, pero que es requerido por la población es transparentar los beneficios económicos y en general la situación del manejo de residuos solios en las localidades.

De la gestión de residuos sólidos urbanos y la autoridad municipal

Los pobladores identifican dos categorías: a) orgánica: desechos de fruta, verdura, comida, b) inorgánica: los demás desechos que no entran en orgánicos.

Algunos residuos como; pañales desechables, papel aluminio, metales, leña de la poda de arbustos genera duda en cuanto a su separación y disposición.

El horario de recolección es de cinco a siete de la mañana, para los adultos mayores en ocasiones es una desventaja, a veces impide que puedan realizar su entrega de residuos. El horario es adecuado para los recolectores, ya que, en cuanto avanza la mañana se concentran los olores y los insectos se aglomeran en los residuos.

Las autoridades municipales del periodo de trabajo (2020-2021), se encontraron gestionando su plan de manejo de residuos sólidos urbanos. En el periodo la experiencia de San Pablo Villa de Mitla se dio a conocer a otros espacios como; escuelas y municipios vecinos. El contar con un espacio que sería destinado para la disposición final de residuos contribuyo a sentar las bases de una adecuada gestión de residuos sólidos urbanos.

Son escasos los municipios que están trabajando en la gestión de sus residuos. Mitla tiene el incentivo de ser pueblo mágico y eso lo motiva a promover una adecuada gestión. Es conveniente que los

demás municipios consideren el tema de los residuos, considerarlo como algo prioritario en la postulación de sus obras. Un bien o recurso natural que cobra relevancia es el agua, sin embargo, una inadecuada gestión de residuos podría contaminar el agua. En ese sentido, la adecuada gestión de los residuos va más allá de la gestión de los residuos persé.

Residuos sólidos urbanos y turismo

Al ser el turismo la principal actividad de Mitla, una parte importante de los plásticos se usa para comerciar; comida, textiles, y otros. Se percibe que parte de los residuos que se encuentran tirados en el centro, pudiera pertenecer al sector turístico. Durante temporada alta, se generan cantidades importantes de pet.

Los pobladores consideran que mantener limpia la localidad atraería más visitantes.

Sin duda es conveniente promover el turismo, es una fuente importante de ingresos y generación de empleo, sin embargo, es importante incluir algunas estrategias de participación de los turistas. Aunque están de paso en las localidades anfitrionas, el tema se atiende local, pero tiene una repercusión global.

Conclusiones

El presente estudio permitió analizar el proceso de gestión de residuos sólidos

urbanos, se identificaron tres elementos clave de participación ciudadana. Tres elementos fortalecen la gestión de residuos sólidos urbanos, por parte de la autoridad. Así como dos puntos importantes para incorporar al turismo hacia una adecuada gestión de residuos sólidos urbanos.

La participación ciudadana como elemento clave en la GRSU

- a. Fortalecer su conocimiento sobre los procesos de separación de residuos
- b. Incorporar beneficios de un consumo responsable
- c. Participar en procesos de sensibilización y concientización sobre un buen manejo de RSU

En cuanto a la gestión de residuos sólidos y la función de autoridades municipales, es conveniente considerar lo siguiente:

- a. Las presidencias municipales cuenten con personal preparado en el tema de la GRSU, con la finalidad de que las acciones que se implementen sean eficientes y contribuyan realmente a una gestión eficaz.
- b. Contar con sus planes de manejo de residuos sólidos urbanos, permitirá que las estrategias planeadas trasciendan a los trienios posteriores a cada administración.
- c. Incorporar procesos de transparencia y rendición de cuentas, para que la ciudadanía conozca ventajas, desventajas, así como los beneficios de una adecuada GRSU.

En cuanto a las localidades que reciben turismo en sus territorios:

- a. Incorporar en sus planes de manejo de residuos sólidos urbanos estrategias de sensibilización para los turistas, de tal manera que la actividad turística incorpore elementos de cuidado medioambiental en el tema de los residuos y su interacción con el suelo, agua y aire.
- b. Los prestadores de servicios; promover una adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos mediante mejorar sus prácticas de producción y promoción de consumo responsable.

Referencias bibliográficas

- Ay Robertos, F., Brinckmann, W. E., & Ayllón Trujillo, M. (2010). Disposición final de residuos sólidos en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres en Quintana Roo. *Ingeniería*, 14(3), 197-207.
- Bartra Gómez, Jacqueline, Delgado Barales, José Manuel (2020). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. Julio – diciembre 2020. Volumen 4, número 2 p.993-1008
- Bonilla, M y otras, “La sostenibilidad turística desde una perspectiva territorial: estudios en Costa Rica, Panamá y la República Dominicana”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2024/29-LC/MEX/TS.2024/5), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2024.
- Castañeda Delgado, Germaín A., & Pérez Escatel, Aldo A.. (2015). La problemática del manejo de los residuos sólidos en seis municipios del sur de Zacatecas. *Región y sociedad*, 27(62), 97-115.
- Díaz, A. A. (2006). Las mujeres indígenas en México: un análisis desde la perspectiva de género. *Quaderns-e del Institut Català d'Antropologia*.
- Fideicomiso Nacional de Infraestructura, 2021. Asesoría estratégica para la gestión de residuos sólidos en la zona metropolitana de la Cuidad de Oaxaca. Consulta del 20 de enero de 2025.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos, Baptista Lucio, María del Pilar (2018). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mc Graw Hill. P 496.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2020), Censo de población.
- García Mondragón, David, Cervantes Zepeda, David, Gómez Demetrio, William, Gallegos Alarcón, Iván, García Pulido, Daury, González Blanco, Gehovana. (2023) Gestión de los residuos sólidos en México, análisis cualitativo de los diagnósticos básicos. [www. Interdisciplina.unam.mx](http://www.interdisciplina.unam.mx), volumen 11, número 30 (215-242) mayo agosto 2023
- Geilfus, F. (2002). 80 herramientas para el desarrollo participativo: IICA.
- González Pérez, Alma Verónica (2021). Estrategia comunitaria de manejo de los

- residuos sólidos: el caso de Villa de Mitla Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. Tesis de Maestría
- Grillo-Méndez, A., Marzo-Navarro, M., & Pedraja-Iglesias, M. (2022). Participación ciudadana en sistemas de economía circular de residuos textiles: una primera aproximación. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa*, (106), 235-266.
- Legorreta Ramírez, A., & Osorio García, M. (2011). Identificación de los residuos sólidos generados por el turismo dentro de un área natural protegida: caso Parque de los Venados. *El Periplo Sustentable*, (21), 61-100.
- León-López Armando Alberto, González Damián, Alfonso, Ken Crucita, Aurora, Bojórquez Báez, Inocente (2020). El manejo de los residuos sólidos y la actividad turística en Chetumal, México: Una relación compleja. Cuaderno Urbano, espacio cultura y sociedad vol. 29, núm. 29. Universidad Nacional del Nordeste Argentina.
- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, [LGPGIR]. Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 8 de mayo 2023, (México).
- Nava, A. M., González, P. M., & Martínez, F. J. R. (2010). La gestión de residuos sólidos urbanos: Tres recursos metodológicos para su análisis. *Tlatemoani: revista académica de investigación*, (2), 1
- Sánchez Muños, María del Pilar, Cruz Cebrón, José Gabriel, Maldonado Espinel, Paula Carolina (2019). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina, un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista finanzas, política económica*, ISSN:2248-6046, Vol. 11, N. 2, julio-diciembre, 2019, pp321-336
- Schulte Silke, (2003). Guía conceptual y metodológica para el desarrollo y la planificación del sector turismo. Instituto Latinoamericano y del caribe, de planificación económica y social – ILPES. CEPAL
- Sotomayor Cabrera, A., (2008). Turismo y medio ambiente. Los residuos sólidos y sus efectos en la región Cusco. *Ingeniería Industrial*, (26), 71-81.

Comportamiento proambiental para reciclar PET en jóvenes universitarios en San Luis Potosí

Asanthy Crisdel Mendoza Barajas¹;
Beatriz Virginia Tristán Monroy²;
Briseida Oliva Rojas³; Gabriela
Monserrat Hernández Saldaña⁴
y Martínez Aguilar Marcos
Francisco⁵

Resumen

El cuidado del medio ambiente es una tarea de todos, donde las instituciones de educación superior tienen la oportunidad de contribuir en esté, con el propósito de educar a los futuros profesionistas a incidir en los diferentes contextos de los cuales conformaran parte cuando egresen. La presente investigación tuvo como objetivo describir el comportamiento proambiental,

actitudes y valores que pueden incentivar a los jóvenes universitarios a realizar acciones ambientales. Se empleo la metodología cuantitativa, con alcance descriptivo en una población de una unidad académica de San Luis Potosí, la muestra fue de 210 alumnos de 7 diferentes carreras, con una confiabilidad en la información del 95% y 7% de error. Los principales hallazgos que se encontraron fueron; que el 51.4% de los participantes siempre le preocupa el impacto ambiental de los desechos plásticos, el 48.6% de los participantes siempre consideran que el reciclaje de botellas PET es una responsabilidad personal, lo que refleja que más de la mitad de la población requiere campañas que los hagan conscientes de la responsabilidad personal de reciclar botellas PET. Cerca del 50% de la población estudiantil mostraría disposición para reciclar PET en los diferentes contextos donde se le dé oportunidad.

Palabras clave: comportamiento proambiental, actitudes, valores.

1 Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. E-mail: asanthybarajas@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4614-3819>

2 Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. E-mail: beatriz.tristan@uaslp.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9022-8118>

3 Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. E-mail: briseidaolivarojas@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4669-6838>

4 Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. E-mail: gabrielahernandez280404@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9408-281>

5 Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. E-mail: marcos.martinez@uaslp.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3993-2513>

Pro-Environmental Behavior for PET Recycling among University Students in San Luis Potosí

Abstract

Caring for the environment is a shared responsibility, and institutions of higher education have the opportunity to contribute by educating future professionals to make a positive impact in the various contexts they will become part of after graduation. This study aimed to describe the pro-environmental behavior, attitudes, and values that may encourage university students to engage in environmental actions. A quantitative methodology with a descriptive scope was employed, focusing on a population from an academic unit in San Luis Potosí. The sample consisted of 210 students from seven different degree programs, with a confidence level of 95% and a 7% margin of error. The main findings include that 51.4% of participants always express concern about the environmental impact of plastic waste, and 48.6% always consider PET bottle recycling to be a personal responsibility. This indicates that more than half of the population needs awareness campaigns to reinforce the sense of personal responsibility in PET recycling. Approximately 50% of the student population expressed willingness to recycle PET in different contexts where the opportunity is available.

Keywords: Pro-environmental behavior, attitudes, values.

Introducción

El comportamiento proambiental de los jóvenes universitarios en cuanto al PET ha sido un factor importante en la actualidad ya que la mayor parte de los problemas ambientales actuales (calentamiento global, contaminación del aire en contextos urbanos, y calamidades naturales como sequías, inundaciones y pérdida de biodiversidad, etc.) son resultado de múltiples comportamientos humanos, individuales y colectivos, disfuncionales y desarrollados sistemáticamente en la mayoría de las regiones del mundo (Bhattacharyya et al., 2020; Ernst & Wenzel, 2014; Steg & Vlek, 2009).

Conductas complejas como la deforestación, el desperdicio de recursos no renovables y el uso de productos tóxicos en procesos industriales, entre otros, tienen efectos negativos sobre el ambiente que comprometen la vida misma y la sostenibilidad del planeta. Como contraparte, se puede señalar que el comportamiento humano proambiental, enmarcado como un comportamiento prosocial que implica actos en beneficio de otros (Schmitt et al., 2018), tiene un rol protagónico en la mitigación efectiva de este fenómeno por su contribución sobre la salud de entornos naturales (Bhattacharyya et al., 2020; Steg & Vlek, 2009) y de espacios construidos (Dreyer

et al., 2018), en México sólo el 10.3% de los residuos que se generan, corresponde a envases y empaques de plásticos (PET, PEAD, PEBD), y son reciclables.

Además, los contextos de educación superior pueden impactar a través de campañas para que los miembros de dichas comunidades tiendan a realizar comportamientos como usar papel reciclado, cerrar el grifo, disminuir la compra de productos envasados, apagar el televisor y las luces en las noches y usar el transporte público. Según un informe de la UNESCO, alrededor del 30% de las universidades latinoamericanas ofrecen alguna modalidad de programas técnicos o de educación superior no universitaria que tienen programas de reciclaje. Dicho esto, en este artículo se verán temas como lo que es el comportamiento proambiental en jóvenes universitarios, los determinantes que esto conlleva y como afecta el hecho que las universidades no tengan en muchas ocasiones programas diseñados para concientizar la importancia de saber y tomar acciones al respecto. Así mismo, se observarán los resultados y análisis de las encuestas realizadas a los estudiantes universitarios del campus.

Antecedentes

Dentro de las instituciones de educación superior se encontró la falta de integración de forma transversal la sostenibilidad ambiental, acerca de esto, Sierra-Barón et al. (2018) encontraron bajos niveles de ambientalización curricular en carreras de

una institución superior pública del sur del país; a su vez, que con independencia de cursar una carrera de base ambiental o no, esto parece no afectar el consumo de agua de los estudiantes universitarios en sus respectivos hogares; aunque en la muestra estudiada, el programa de base ambiental mostró un mayor consumo de agua al compararlo con el programa de base no ambiental, lo cual representa una paradoja. Por su parte, Sandoval-Escobar et al. (2019) encontraron en una muestra de estudiantes universitarios de distintas ciudades del país un bajo nivel de conocimiento ambiental, así como diferencias en cuanto a las creencias, la valoración, el conocimiento y las acciones ambientales según la ciudad de origen de los participantes, con puntuaciones más bajas en estudiantes de ciencias ambientales, que quienes cursan carreras de ciencias económicas y administrativas; en contraste, Saza-Quintero et al. (2020) encontraron diferencias significativas en el comportamiento proambiental que realizan estudiantes del área de ciencias sociales al compararse con sus pares de otras áreas.

Justificación

Esta investigación se enfoca en el comportamiento proambiental y la importancia que los jóvenes universitarios le dan al reciclaje del PET, ya que en las pasadas investigaciones de diferentes actores han demostrado que los jóvenes muestran que tener una autoimagen más proambiental está fuertemente relacionado con una mayor satisfacción con la vida, además

de que para ellos saber sobre este tema es muy importante ya que se pueden ver más afectados por la degradación ambiental futura. En México en 2017 INEGI a través de la encuesta Modulo de hogares y medio ambiente MOHOMA, encontró que 57.7% de los hogares en México revolvían la basura cuando la recogían y a 15.9% separarla les suponía mucho esfuerzo. El 43.6% de la población si separa su basura. El 81.5% reciclaba PET. Lo cual muestra una tendencia en el reciclaje de esté.

Por otra parte, regularmente en las Universidades del país no se tiene una cultura y conocimiento como tal del reciclaje del PET y del medio ambiente. Además, no cuentan con programas para el reciclaje que incentive a los estudiantes a tener acciones proambientales. Así mismo, las pocas universidades que si cuentan con este tipo de cultura y que tienen campañas para la conciencia del reciclaje y el cuidado del medio ambiente no es aplicado en todos sus campus, lo que hace que se vuelvan complejas debido a la distancia a pesar de que estén bien diseñadas. Por esto mismo, este articulo tiene como finalidad identificar qué factores pueden incentivar a los estudiantes universitarios a realizar acciones para el reciclaje del PET en el interior de las instituciones, pues no solo es suficiente con saber y conocer sobre el tema, sino que debe de haber una balanza entre acción-saber. Pero también, para que cuando ya finalicen su carrera y sean unos profesionistas tengan como tal las habilidades y la cultura pertinente al tomar concien-

cia sobre el cuidado del medio ambiente y se tome más como un hábito y no solo como un conocimiento y una obligación. El objetivo de este artículo es describir el comportamiento proambiental, actitudes y valores que pueden incentivar a los jóvenes universitarios a tener acciones ambientales.

Marco teórico

Medio ambiente

A nivel internacional cada día se incrementa la preocupación por sumarse a las propuestas que favorezcan el cuidado del medio ambiente. De acuerdo con Lezama (2010) el medio ambiente se refiere a la relación entre el ser humano y la naturaleza, incluyendo el mundo natural, el mundo modificado por el hombre, las instituciones sociales, la economía y las estructuras de poder. Es una concepción comprensiva que implica la valoración de los problemas ambientales y la gestión persistente para contrarrestar el daño y prevenir o corregir los impactos negativos sobre el bienestar de las personas y la integridad de los ecosistemas.

Por otro lado, Tena y Hernández (2014) consideran que el medio ambiente engloba tanto las interacciones geológicas y biológicas que regulan la relación entre la vida y la Tierra, como las relaciones esenciales entre el mundo físico (que abarca la atmósfera, litosfera, hidrosfera y biosfera) y el ámbito sociopolítico. Esta definición subraya la complejidad intrínseca del con-

cepto, ya que va más allá de la interacción entre la naturaleza y los seres vivos, extendiéndose hacia las dinámicas sociales y políticas que influyen en la gestión y preservación del entorno. Además, resalta la importancia de reconocer y comprender estas interconexiones para abordar adecuadamente los desafíos ambientales en nuestra sociedad actual. Para Losada Otero (2005) el concepto de “ambiente” (environment en inglés) se utiliza para describir cualquier condición o contexto externo a un organismo, grupo, sistema o entidad que está siendo estudiado. Este entorno está compuesto por una interacción compleja de factores físicos, biológicos, sociales, culturales y temporales que se relacionan entre sí y con los sujetos que forman parte de dicho entorno.

Entonces, el medio ambiente comprende el espacio físico que nos rodea y con el cual los seres humanos interactúan en sus actividades cotidianas. El impacto ambiental es la consecuencia de esta interacción, lo que implica que las acciones humanas pueden generar efectos, ya sean beneficiosos o perjudiciales, en el entorno ambiental (Ponce de León, 2001).

Actitud ambiental

Las actitudes ambientales se definen como las inclinaciones emocionales, ya sean positivas o negativas, que una persona experimenta hacia algún aspecto del entorno o un asunto relacionado con él. Estas actitudes desempeñan un papel fundamental en la predisposición de las personas para llevar a cabo acciones en

beneficio del medio ambiente; es decir, cómo nos sentimos con respecto a cuestiones ambientales puede influir en nuestra voluntad de involucrarnos en acciones que ayuden al medio ambiente (Álvarez & Vega, 2009). Cuanto más conocimiento ambiental formal tengan las personas, es más probable que muestren actitudes a favor del medio ambiente (Pavez-Soto et al., 2016). Estas actitudes ambientales pueden manifestarse como favorables o desfavorables, representando los sentimientos que las personas experimentan hacia aspectos específicos del entorno físico o problemas relacionados con el medio ambiente. Es necesario enfatizar que la actitud proambiental desempeña un papel fundamental en el aspecto socioemocional de las personas, influyendo en su comportamiento en diversas situaciones y comprendiendo elementos como la cognición, la emoción y la respuesta. Además, el propósito de las actitudes proambientales es facilitar la adaptación del ser humano a su entorno y fomentar la conexión con todos los seres vivos del planeta, promoviendo iniciativas que promuevan una relación armoniosa y conocimientos adecuados en el contexto de la educación ambiental (Martos Ramírez & Medina Corcuera, 2022).

Para Pavalache-Ilie y Cazan (2018) las actitudes ambientales se refieren a las creencias, valores y sentimientos que una persona tiene hacia el medio ambiente y su preocupación por su protección y conservación. Es decir, las actitudes ambientales son una medida de la preocupación y el compromiso de una persona con la protección del medio ambiente.

Comportamientos proambientales

Dado que el ambiente depende de nuestras interacciones con el mismo, por esta razón nuestro comportamiento será el que incida en mayor medida, según Anaya Hernández y Martínez Porras (2018) el conducto proambiental son las acciones conscientes que realizan las personas y que contribuyen al mantenimiento de los recursos naturales, ya que de esta manera se promueven comportamientos ecológicos, los cuales dan como beneficio el equilibrio del ecosistema. De acuerdo con Chávez Bendezú (2020) el comportamiento proambiental, abarca la preocupación individual por el medio ambiente, las acciones a nivel personal favoreciendo el ambiente, así como la participación en diversas acciones colectivas proambientales, de tal manera que exista una coherencia entre las actitudes y las acciones.

De tal forma, que para De Castro (2001) el comportamiento proambiental son las acciones realizadas por las personas, tanto de manera individual como grupal, esto con el fin de preservar los recursos naturales y tener una mejor calidad del medio ambiente. Este término es considerado más expresivo y evocativo a comparación a otras etiquetas similares tales como las conductas ecológicas responsables y las conductas ambientales significativas. Para afianzar la acción por otra parte, para Herrera Mendoza (2016) la conducta proambiental es un conjunto de acciones conscientes y voluntarias que quieren la protección de recursos naturales, así como también, la reducción del deterioro ambiental en aspectos físicos y sociales.

Comportamiento proambiental en jóvenes universitarios

Además, Los jóvenes se llegan a ver más afectados a causa de la degradación del medio ambiente en un futuro, lo más probable es que la población de jóvenes evidencien ciertas actitudes proambientales de un mayor grado, sin embargo, esto no quiere decir que se aseguren comportamientos que sean efectivos ya que muchas de las personas regularmente no reconocen que su contribución individual le aporta al problema, de tal forma, pueden ver un resultado negativo del consumo excesivo como un fenómeno psicológico externo y distante con un grado de poco impacto percibido (Helm et al., 2019). Para Gifford (2009) las personas tienen un pensamiento transcultural de la percepción del deterioro ambiental, así como también de la respectiva atribución de responsabilidad y estas varían de acuerdo con los contextos específicos, estructurando un sesgo espacial optimista frente a la evaluación de condiciones ambientales actuales sobre las futuras, lo que puede incidir sobre la decisión de tomar acciones proambientales inmediatas a escala local.

En el caso de los jóvenes universitarios según Blankenberg y Alhusenb (2018), en los contextos de educación superior se impactan mediante campañas, esto para que los miembros de comunidades puedan realizar comportamientos como lo es el uso de papel reciclado, disminuir la compra de productos envasados, la reducción del agua, la reducción de energía con acciones como apagar la televisión y las luces en la noche.

Consecuencias de la omisión del “saber-actuar” en la educación.

Según Blankenberg (2018) Las repercusiones de no abordar el componente del “saber-actuar” en la educación se manifiestan de la siguiente manera:

- **Pasividad:** Los estudiantes que no aprenden a tomar acción en favor del medio ambiente pueden sentirse pasivos y no responsabilizarse de los problemas ambientales.
- **Desmoralización y desesperación:** Los estudiantes que no tienen la capacidad de tomar acción en favor del medio ambiente pueden sentirse desmotivados y pesimistas sobre el futuro del medio ambiente.

Comportamiento ambiental

Las definiciones de conducta o comportamiento ambiental ofrecen una comprensión integral de las acciones humanas en relación con la protección y conservación del entorno natural. Según Cone y Hayes (1984) la conducta ambiental abarca aquellas acciones que buscan mejorar las condiciones ambientales, mientras que Corral (2001) la describe como actividades deliberadas que responden a requerimientos individuales y sociales, con el resultado de proteger el medio ambiente. Es importante distinguir entre “comportamiento ambiental” y “acción ambiental positiva”, como señalado por Emmons (1997), ya que las primeras pueden no estar necesariamente impulsadas por intenciones altruistas, mientras que las segundas tienen un propósito claro de mejorar el medio ambiente.

Moyano et al. (2007) realizaron un estudio donde examinaron actitudes y comportamientos ambientales, el cual reveló que los comportamientos más comunes incluyen reducir el consumo de energía, agua y papel. Factores como la preocupación ambiental, conocimientos prácticos, control interno y normas sociales facilitan estos comportamientos, mientras que la falta de tiempo, instalaciones y conocimientos son limitantes. Esto subraya la complejidad de los factores que influyen en los comportamientos ambientales.

Conducta proambiental en los individuos

De acuerdo con Gutiérrez (1996), las conductas que pueden ser consideradas de comportamiento medioambiental incluyen tres grupos de acciones: conductas de activismo (como asociarse a una organización medioambiental o escribir una carta reivindicativa a un periódico o a una organización gubernamental), conductas de buena ciudadanía (como separar/reciclar la basura o votar a un candidato que apoya la protección medioambiental), y conductas de consumo saludable (como evitar la compra de productos contaminantes). . Con un criterio de agrupación algo más detallado, Stern (2000) enumera conductas de activismo medioambiental (como implicarse en organizaciones medioambientales), conductas no activistas en la esfera pública (como aceptar políticas públicas de protección medioambiental), conductas medioambientales en la esfera privada (como comprar productos verdes o reciclar) y otras conductas medioam-

bientalmente significativas (como influir en las acciones de organizaciones o grupos a los que se pertenece).

Determinantes de la conducta proambiental

Existe abundante literatura sobre los determinantes del comportamiento medioambiental de los individuos. Algunos autores clasifican los determinantes considerando diferentes dimensiones. Por ejemplo, Jiménez y Lafuente (2010) consideran tres dimensiones, afectiva, cognitiva y disposicional, que influyen y determinan una cuarta dimensión, representativa del comportamiento proambiental, a la que denominan dimensión activa. La dimensión afectiva está relacionada con los sentimientos, valores o creencias de respeto hacia el medio ambiente y de preocupación por su conservación. La dimensión cognitiva hace referencia al conocimiento e información que las personas tienen sobre los problemas de degradación medioambiental. Y la dimensión disposicional está relacionada con actitudes personales que indican disposición para la acción proambiental individual.

Los determinantes afectivos de la conducta ambiental abarcan factores psicológicos, como los valores y las creencias de las personas. Estos factores suelen anteceder a conductas medioambientales favorables ya que generan preocupación, obligación moral y motivación para emprender comportamientos de reducción del impacto ambiental. Jareño et al. (2012).

Como determinantes cognitivos de la conducta ambiental en la literatura se consideran aspectos como el conocimiento e información de los problemas medioambientales, de las acciones que los provocan y de los mecanismos para evitarlos o corregirlos. Autores como Bhuian et al. (2014) afirman que la consciencia ambiental se define como la medida en la que el individuo es consciente de las consecuencias sobre uno mismo de la calidad medioambiental. Estos autores demuestran que la consciencia así entendida provoca inquietudes e intenciones de actuación proambientales.

Los determinantes disposicionales incluyen actitudes personales de disposición para la acción proambiental individual. Se consideran aquí intenciones de dedicar esfuerzo individual, físico, económico o de tiempo. Jiménez y Lafuente (2010) consideran este tipo de determinantes en su estudio, a través de lo que denominan la dimensión disposicional, que incluye la disposición personal para la acción individual o para asumir los costes de medidas de política medioambiental.

En el caso de los determinantes personales estudio de la conducta ambiental, muchos autores han analizado el efecto de características intrínsecas o extrínsecas de las personas, como género, edad, nivel de educación, renta, ciudad, país o lugar de residencia, tamaño del hogar, etc. Estas características influyen en la conducta proambiental de los individuos, tanto de forma directa como de forma indirecta,

al condicionar a su vez a los determinantes afectivos, cognitivos y disposicionales. Los resultados obtenidos por Kollmuss y Agyeman (2002) señalan que las mujeres son quienes muestran tener mayor conocimiento medioambiental; más amplio que el de los hombres. El tamaño y la estructura familiar han sido también considerados en el estudio de las conductas proambientales en el hogar.

Metodología

Dentro de la investigación se empleó la metodología cuantitativa de corte transversal con alcance descriptivo en una población de jóvenes universitarios. El instrumento que se empleó cuanta con una confiabilidad del 78 %, está compuesto por tres dimensiones y 34 ítems, el instrumento contenía comportamiento pro ambiental, actitudes y valores, se realizó en el campus de Institución de Educación Superior en el Estado de San Luis Potosí, donde se imparten siete carreras la población correspondía a 1285 alumnos, de esta se tomó una muestra 30 alumnos por carrera que sumo un total de 210 alumnos se puede observar en la tabla 1., con un índice de confiabilidad de 95% y un margen de error del 7%, la cual indicaba aplicar 171, pero finalmente se recabaron 210 . Para la aplicación del instrumento se realizó en línea en googleforms, posteriormente se procesaron los datos en el programa de Excel, para codificarlos y posteriormente procesarlos en el programa PSPSS versión 21, para el desarrollo del análisis descriptivo.

Tabla 1. Muestra por carrera	
Carrera	Muestra
Ingeniería de Minerales	30
Ingeniería en Energías Renovables	30
Ingeniería Mecánica Administrativa	30
Ingeniería Mecatrónica	30
Ingeniería Química	30
Licenciatura en Enfermería	30
Licenciatura en Mercadotecnia	30
Total	210

Fuente: elaboración propia

En la tabla 1 se muestra que se contó con la participación de 30 alumnos por cada carrera, se trata de una muestra estratificada.

Resultados

A continuación se presentan los resultados de la investigación, relacionados con aspectos socio demográficos.

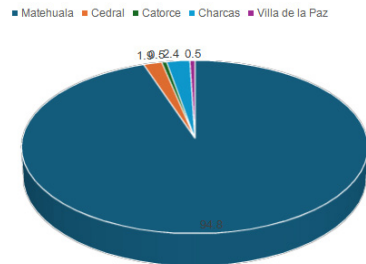
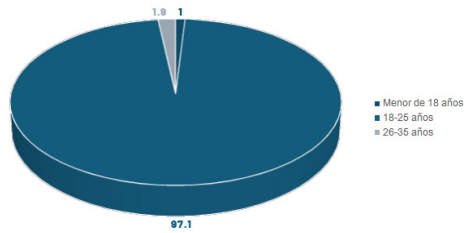


Figura 1. Municipios objeto de estudio

Fuente: elaboración propia

En la Figura 1 se observa que 94.8% de los estudiantes que participaron en la investigación son del municipio de Matehuala, 2.4% Charcas, 1.9% Cedral, 0.5% de Cedral y Villa de la Paz.

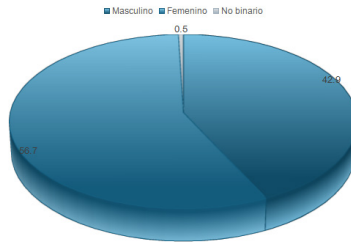
Figura 2. Edad



Fuente: elaboración propia

En la Figura 2 se observa que el 97.1% tiene la edad de 18 a 25 años, 1.9% tiene de 26 a 35 años y 1% es menor de 18 años

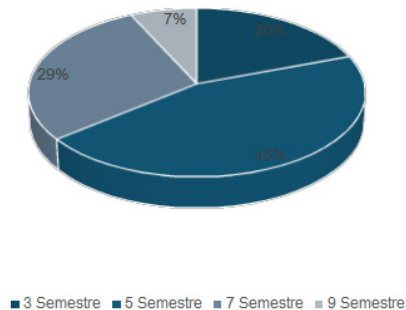
Figura 3. Género



Fuente: elaboración propia

En la Figura 3 se observa que el 56.7% de las participantes son mujeres, 42.9% son hombres y .5% son no binario.

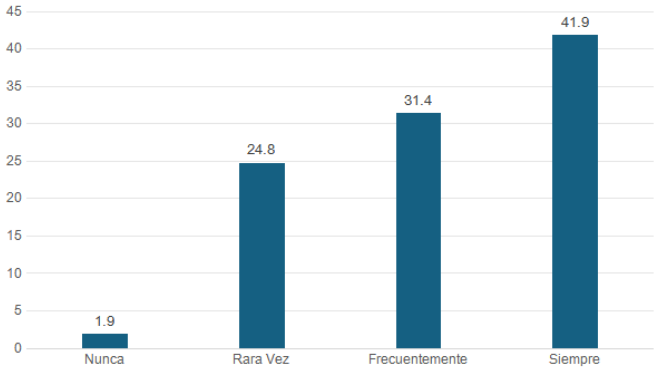
Figura 4. Semestre



Fuente: elaboración propia

En la Figura 4 se observa que el 45% de los participantes cursa 5 semestre, 29% 7 semestre, 19% 3 semestre y 7% 9 semestre.

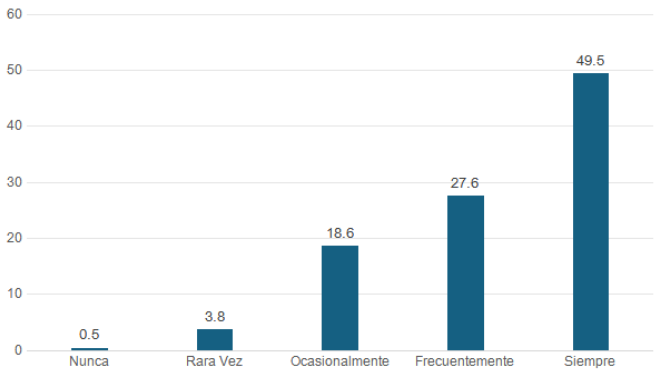
Figura 5. ¿Estas consciente de los problemas ambientales relacionados con el uso de botellas PET?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 5 se observa que el 41.9% siempre esta consiente de los problemas ambientales relacionados con el uso de botellas PET, 31.4% frecuentemente, 24.8% rara vez y 1.9% nunca.

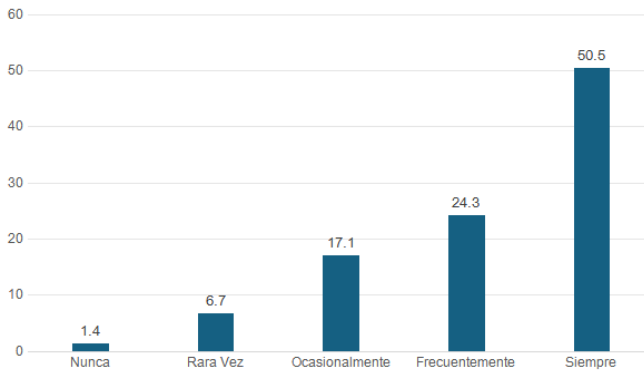
Figura 6. ¿Qué tan dispuesto/a estarías a cambiar tus hábitos para reducir tu huella ambiental en relación con las botellas PET?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 6 se observa que el 49.5% siempre ha estado dispuesto a cambiar sus hábitos para reducir su huella ambiental en relación con las botellas PET, 27.6% frecuentemente, 18.6% ocasionalmente, 3.8% rara vez y 0.5% nunca.

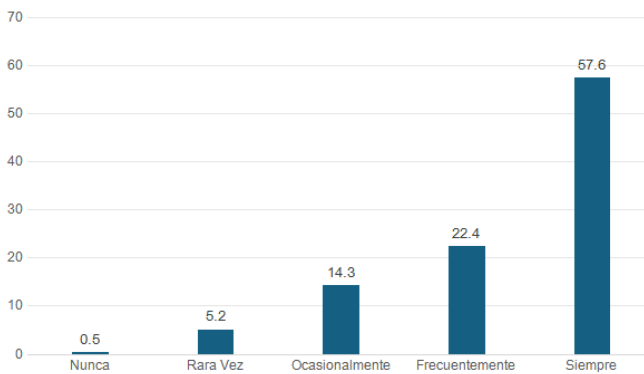
Figura 7. ¿Qué tan preocupado/a estás por los problemas ambientales globales?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 7 se observa que el 50.5% siempre está preocupado/a por los problemas ambientales globales, 24.3% frecuentemente, 17.1% ocasionalmente, 6.7% rara vez y 1.4% nunca.

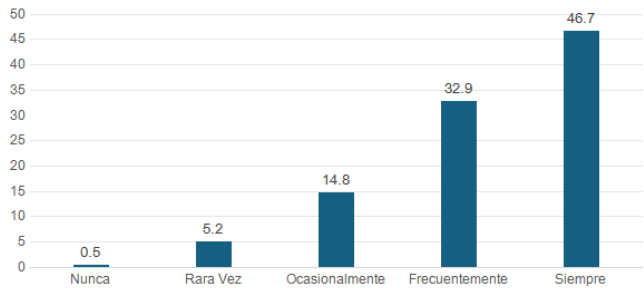
Figura 8. ¿Crees que el reciclaje adecuado de botellas PET puede contribuir a la preservación de los ecosistemas naturales?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 8 se observa que el 57.6% siempre creen que el reciclaje adecuado de botellas PET puede contribuir a la preservación de los ecosistemas naturales, 22.4% frecuentemente, 14.3% ocasionalmente, 5.2% rara vez y 0.5% nunca.

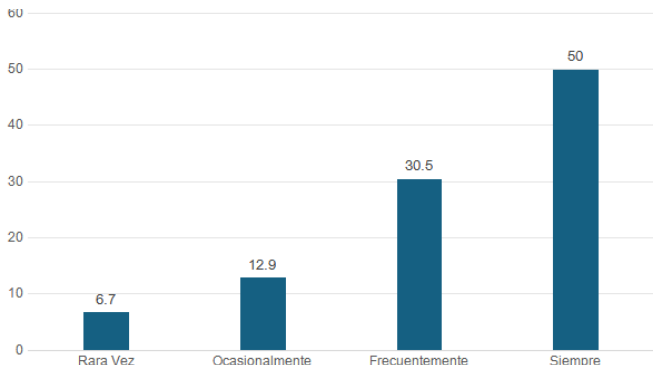
Figura 9. ¿Qué tan motivado/a estás para reciclar botellas PET?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 9 se observa que el 46.7% siempre está motivado/a esta para reciclar botellas PET, 32.9% frecuentemente, 14.8% ocasionalmente, 5.2% rara vez y 0.5% nunca.

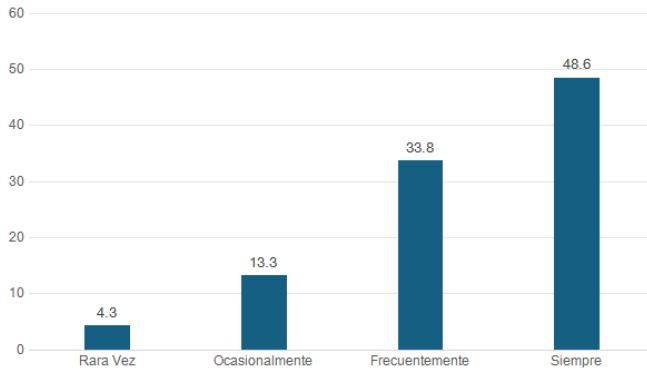
Figura 10. ¿Qué tanto te preocupan los impactos ambientales de las botellas PET no recicladas?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 10 se observa que el 50% siempre le suelen preocupar los impactos ambientales de las botellas PET no recicladas, 30.5% frecuentemente, 12.9% ocasionalmente y 6.7% rara vez.

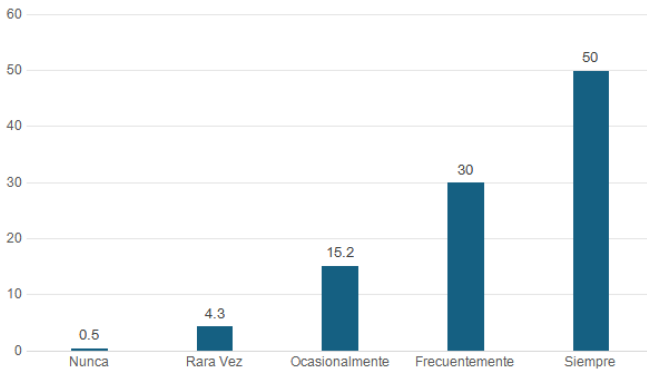
Figura 11. ¿Qué tanto consideras que el reciclaje de botellas PET es una responsabilidad personal?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 11 se observa que el 48.6% siempre consideran que el reciclaje de botellas PET es una responsabilidad personal, 33.8% frecuentemente, 13.3% ocasionalmente y 4.3% rara vez.

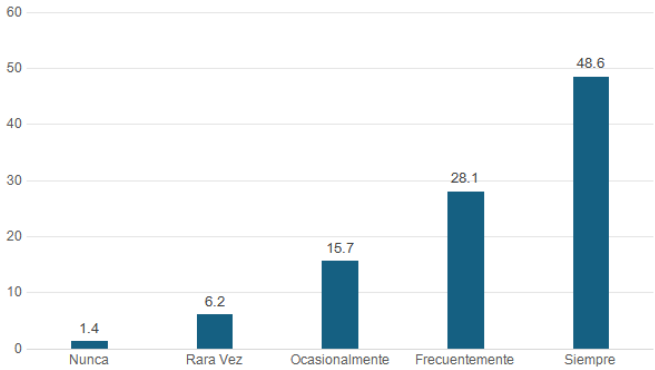
Figura 12. ¿Entiendes cómo el reciclaje de botellas PET puede ayudar a reducir la contaminación?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 12 se observa que el 50% siempre ha entendido como el reciclaje PET puede ayudar a reducir la contaminación, 30% frecuentemente, 15.2% ocasionalmente, 4.3% rara vez y 0.5% nunca.

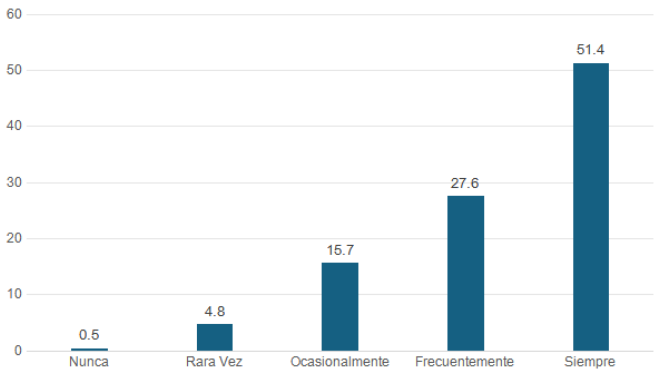
Figura 13. ¿Qué tan probable es que lleves tus botellas PET a un centro de reciclaje en lugar de desecharlas como basura?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 13 se observa que el 48.6% siempre tendrá mayor probabilidad de llevar sus botellas PET a un centro de reciclaje en lugar de desecharlas como basura, 28.1% frecuentemente, 15.7% ocasionalmente, 6.2% rara vez y 1.4% nunca.

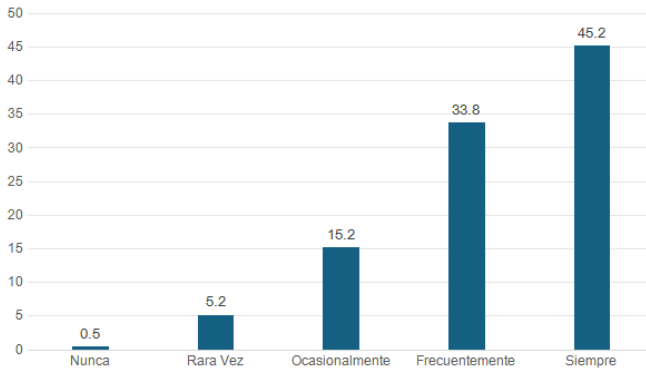
Figura 14. ¿Te preocupa el impacto ambiental de los desechos plásticos, como las botellas PET?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 14 se observa que el 51.4% siempre se preocupa por el impacto ambiental de los desechos plásticos, como las botellas PET, el 27.6% frecuentemente, 15.7% ocasionalmente, 4.8% rara vez y el 0.5% nunca.

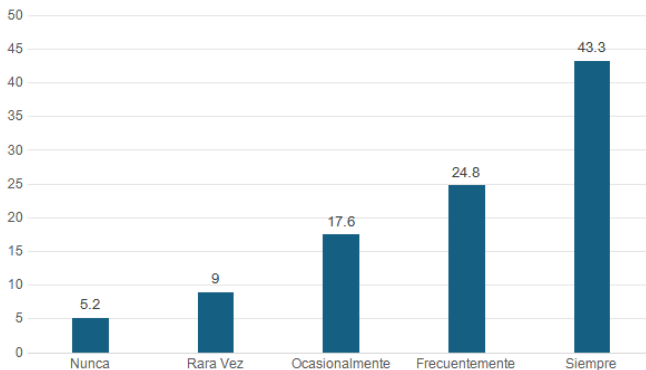
Figura 15. ¿Crees que tu contribución individual al reciclaje de botellas PET puede hacer una diferencia en el medio ambiente?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 15 se observa que el 45.2% siempre cree que la contribución individual al reciclaje de botellas PET puede hacer diferencia en el medio ambiente, 33.8% frecuentemente, 15.2% ocasionalmente, 5.2% rara vez y 0.5% nunca.

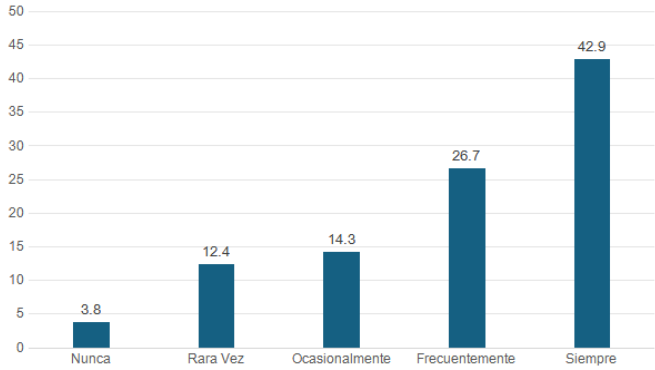
Figura 16. ¿Estás al tanto de los programas de reciclaje disponibles en tu comunidad?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 16 se observa que el 43.3% siempre está al tanto de los programas de reciclaje disponible en su comunidad, 24.8% frecuentemente, 17.6% ocasionalmente, 9% rara vez y 5.2% nunca.

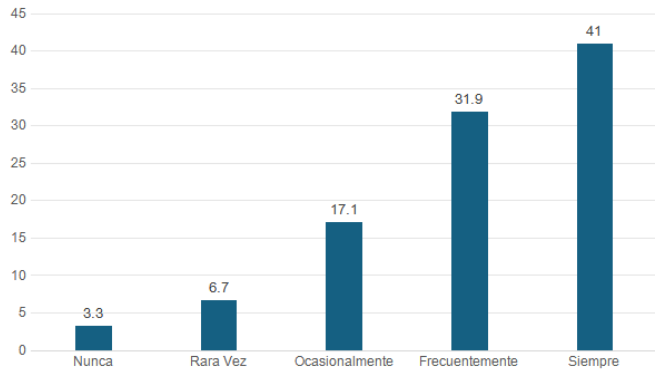
Figura 17. ¿Has participado alguna vez en actividades comunitarias relacionadas con el reciclaje?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 17 se observa que el 42.9% siempre suelen participar en actividades comunitarias relacionadas con el reciclaje, 26.7% frecuentemente, 14.3% ocasionalmente, 12.4% rara vez y 3.8% nunca.

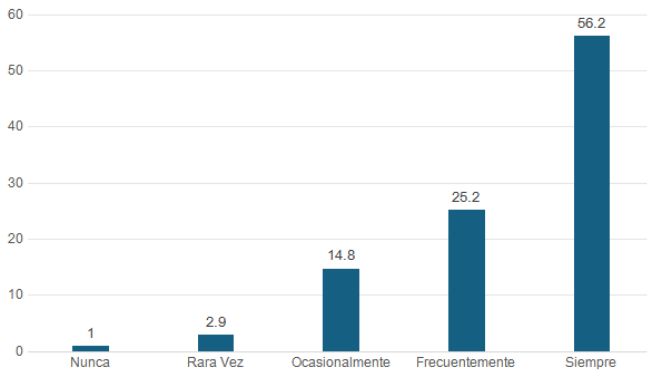
Figura 18. ¿Con qué frecuencia separas tus botellas PET del resto de los residuos para reciclarlas?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 18 se observa que el 41% siempre separa botellas PET del resto de los residuos para reciclarlas, 31.9% frecuentemente, 17.1% ocasionalmente, 6.7% rara vez y 3.3% nunca.

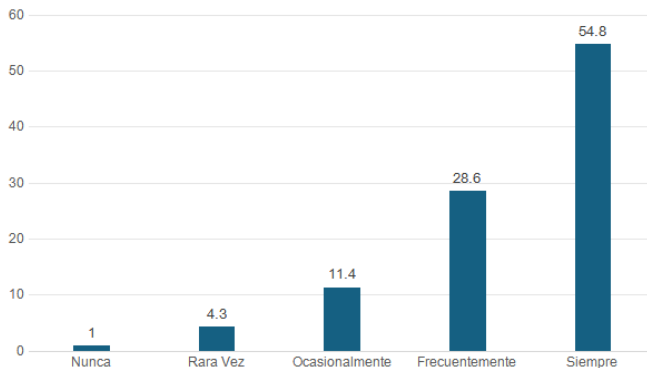
Figura 19. ¿Te gustaría recibir más información sobre cómo reciclar correctamente?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 19 se observa que el 56.2% siempre prefiere recibir más información sobre como reciclar correctamente, 25.2% frecuentemente, 14,8% ocasionalmente, 2.9% rara vez y 1% nunca.

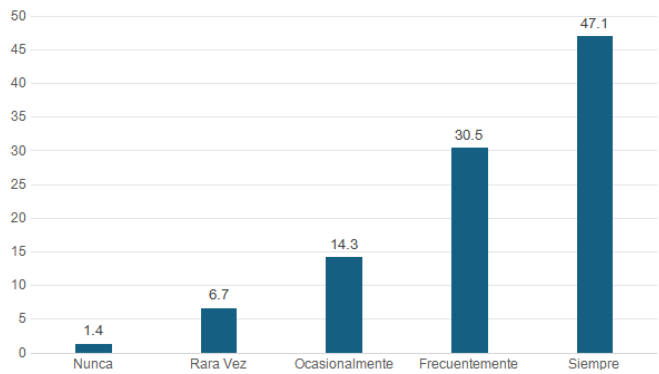
Fiura 20. ¿Consideras que el gobierno debería implementar medidas más estrictas para fomentar el reciclaje?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 20 se observa que el 54.8% siempre considera que el gobierno debería implementar medidas más estrictas para fomentar el reciclaje, 28.6% frecuentemente, 11.4% ocasionalmente, 4.3% rara vez y 1% nunca.

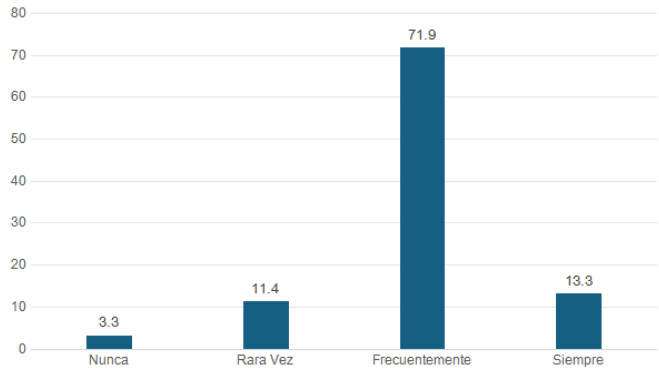
Figura. 21 ¿Compro productos en envases retornables o reutilizables?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 21 se observa que el 47.1% siempre Compra productos en envases retornables o reutilizables, 30.5% frecuentemente, 14.3% ocasionalmente, 6.7% rara vez y 1.4% nunca.

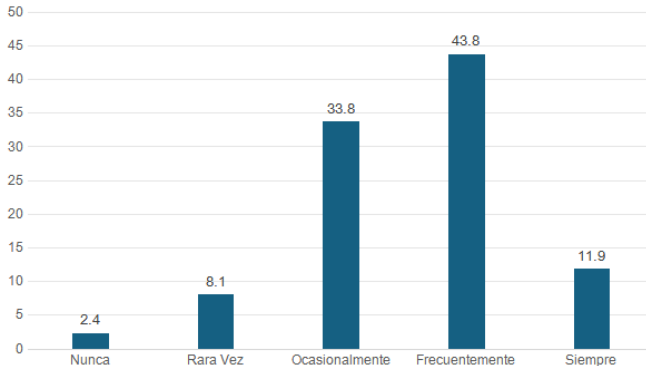
Figura 22. Separar los residuos para reciclaje



Fuente: elaboración propia

En la Figura 22 se observa que el 13.3% siempre separa los residuos para reciclaje, 71.9% frecuentemente. 11.4% rara vez y 3.3% nunca.

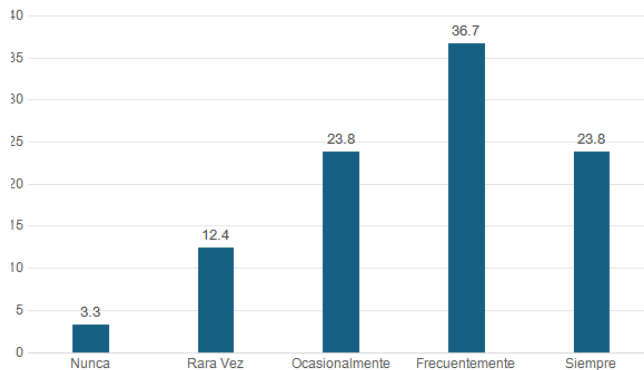
Figura 23. Reducir el consumo de plásticos de un solo uso



Fuente: elaboración propia

En la Figura 23 se observa que el 11.9% siempre reduce el consumo de plásticos de un solo uso, 43.8%, frecuentemente, 33.8% ocasionalmente, 8.1% rara vez y 2.4% nunca.

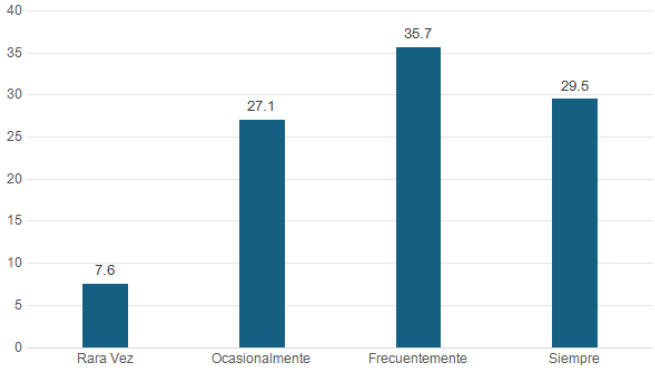
Figura 24. Usar transporte público, caminar o ir en bicicleta en lugar de conducir



Fuente: elaboración propia

En la Figura 24 se observa que el 23.8% siempre usa transporte público, camina o va en bicicleta en lugar de conducir, 36.7% frecuentemente, 23.8% ocasionalmente, 12.4% rara vez y 3.3% nunca.

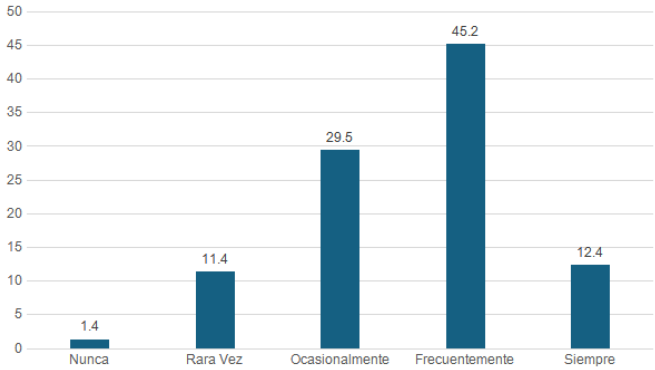
Figura 25. Ahorrar energía en casa (por ejemplo, apagar luces cuando no se necesitan, usar bombillas de bajo consumo).



Fuente: elaboración propia

En la Figura 25 se observa que el 29.5% Ahorra energía en casa (por ejemplo, apagar luces cuando no se necesitan, usar bombillas de bajo consumo), 35.7% frecuentemente, 27.1% ocasionalmente y 7.6% rara vez.

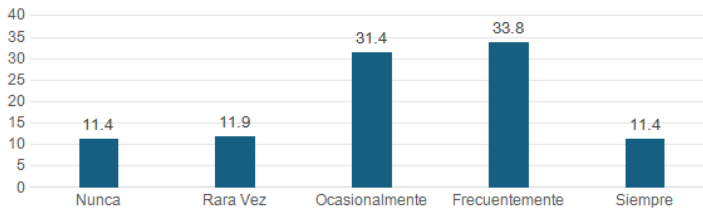
Figura 26. Comprar productos locales y/ orgánicos



Fuente: elaboración propia

En la Figura 26 se observa que el 12.4% Compra productos locales y/ orgánicos, 45.2% frecuentemente, 29.5% ocasionalmente, 11.4% rara vez y 1.4% nunca.

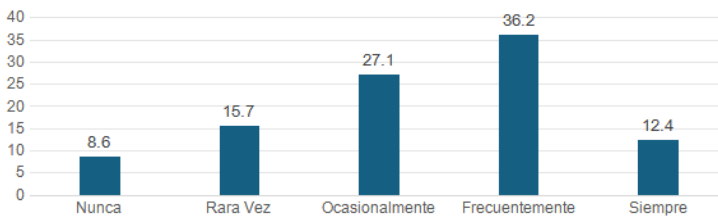
Figura 27. Participar en actividades de limpieza ambiental o reforestación



Fuente: elaboración propia

En la Figura 27 se observa que el 12.4% siempre participa en actividades de limpieza ambiental o reforestación, 36.2% frecuentemente, 27.1% ocasionalmente, 15.7% rara vez y 8.6% nunca.

Figura 28. Otras actividades proambientales que practicas regularmente



Fuente: elaboración propia

En la Figura 28 se observa que el 11.4% siempre participa en otras actividades proambientales, 33.8% frecuentemente, 31.4% ocasionalmente, 15.7% rara vez y 8.6% nunca.

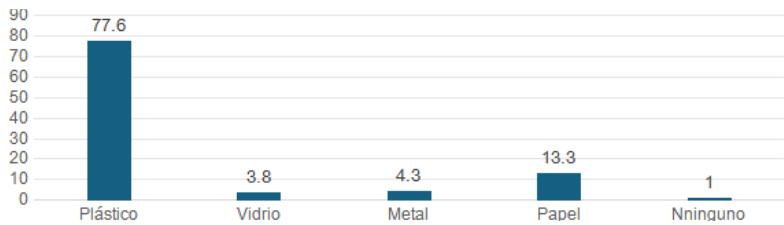
Tabla 2. ¿En tu opinión, cuál es el principal beneficio ambiental del reciclaje de botellas PET?	
Opinión	%
Reducción de la contaminación por plásticos	55.2
Conservación de recursos naturales (por ejemplo, agua y petróleo)	35.7
Disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero	8.1
Ninguno	1

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 2 se observa que el 55.2% de los participantes cree que el principal beneficio ambiental del reciclaje de botellas PET es reducir la contaminación por plásticos,

35.7% Conservación de recursos naturales (por ejemplo, agua y petróleo), 8.1% Disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y 1% ninguno.

Figura 29. ¿Qué tipo de materiales reciclas con mayor regularidad?



Fuente: elaboración propia

En la Figura 29 se observa que el 1% recicla ningún material con mayor regularidad, 13.3% papel, 4.3% metal, 3.8% vidrio y 77.6% plástico.

Tabla 3. Factores consideras al decidir si reciclar o no un producto	
Factores	%
Facilidad de acceso a contenedores de reciclaje	36.7
Conciencia ambiental	57.6
Instrucciones del fabricante	4.3
Sanciones económicas	1
Si puedo darle otro segundo uso, reutilizarlo	0.5

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 3 se observa que el 36.7% de los participantes considera al decidir si reciclar o no un producto la Facilidad de acceso a contenedores de reciclaje, 57.6% conciencia ambiental, 4.3% Instrucciones del fabricante, 1% Sanciones económicas. 0.5% Si puedo darle otro segundo uso, reutilizarlo.

Tabla 4. Principal barrera para reciclar más frecuentemente	
Barrera	%
Falta de conocimiento sobre qué se puede reciclar	24.3
Falta de tiempo para separar los materiales	42.4
Falta de contenedores de reciclaje cercanos	33.3

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 4 se observa que el 24.3% de los participantes consideran la principal barrera para reciclar la falta de conocimiento sobre que se puede reciclar, 42.4% falta de tiempo para separar los materiales, 33.3% falta de contenedores de reciclaje cercanos

Tabla 5. Incentivos te motivaría más a reciclar	
Incentivos	%
Descuentos en productos sostenibles	19
Puntos de recompensa canjeables por productos o servicios	41.4
Donaciones a organizaciones benéficas ambientales	38.6
Dinero a cambio	0.5
Mantenimiento	0.5

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 5 se observa que el 19% le motiva más reciclar debido a descuentos en productos sostenibles, 41.4% puntos de recompensas canjeables por productos o servicios, 38.6% donaciones a organizaciones benéficas ambientales, 0.5% dinero a cambio, 0.5% mantenimiento.

Conclusiones y hallazgos

Se encontró que Hunter et al. (2004) distinguen entre conductas proambientales orientadas al ámbito privado como el reciclado, y conductas proambientales orientadas al ámbito público, como participar en manifestaciones, lo cual se observa en el 50% de los participantes siempre están preocupados por los impactos ambientales de las botellas PET no recicladas, lo que refleja que la mitad de la población estudiantil no se preocupa siempre por los impactos ambientales, lo que puede causar que el 50% de la población estudiantil sea más propensa a desechar botellas PET en lugar de reciclar. El 48.6% de los participantes siempre consideran que el reciclaje de botellas PET es una responsabilidad personal, lo que refleja que más de la mitad de la población no está consciente de la responsabilidad personal de reciclar botellas PET. El 51.4% de los participantes siempre le preocupa el impacto ambiental de los desechos plásticos, como las botellas PET, lo que refleja que se debe concientizar a la población estudiantil para incrementar su preocupación sobre el reciclaje de botellas PET.

El 42.9% de los participantes siempre han participado en actividades relaciona-

das con el reciclaje, lo que refleja que se puede incrementar actividades en la universidad que abarquen el reciclaje de botellas PET, para lograr que la población estudiantil se involucre en dichas actividades. El 77.6% de los participantes suelen reciclar plástico con mayor regularidad, lo que refleja que es un buen resultado que a lo largo del tiempo se ha puede mejorar, pero a la vez refleja que el reciclaje en algunos otros materiales como vidrio, metal y papel es menos común reciclar entre la población estudiantil, esto sugiere que se puede seguir trabajando en la educación y en la mejora de la infraestructura de reciclaje para fomentar la separación de otros materiales. El 71.9% de la población frecuentemente separa los residuos para reciclaje, lo que refleja que una gran mayoría de los participantes están involucradas en el reciclaje de manera regular o al menos con frecuencia, lo que indica una buena disposición hacia la sostenibilidad ambiental.

El desafío sería abordar a la minoría que no participa en absoluto, tal vez a través de más educación o accesibilidad a los recursos necesarios para separar los residuos. El 11.4% nunca ha participado en otras actividades proambientales y el 11.9% rara vez, Lo que refleja que una gran parte de la población (76.7%) participa al menos ocasionalmente en actividades proambientales, lo cual es muy positivo, lo anterior coincide con Franzen y Vogl (2013) se refieren a esta dimensión como el componente conativo de la conciencia ambiental, que incluye la voluntad de actuar en favor del medio ambiente. Sin embargo, se encontró que es relevante seguir

promoviendo una mayor participación de forma constante, especialmente a través de la educación y la accesibilidad a opciones sostenibles,

De acuerdo con Longhi (2013), el comportamiento proambiental depende de la estructura de su hogar, es decir, de si se vive o no con pareja y/o con niños. De acuerdo con esta autora, cada miembro de la pareja puede influir en el comportamiento proambiental del otro, aunque la pareja de sexo femenino parece tener mayor influencia. Por otra parte, en el caso de hogares con niños, los adultos se ven obligados a tomar medidas ajustadas a las necesidades familiares, como utilizar el coche de camino al colegio. Por tanto, el comportamiento proambiental sufre alteraciones como consecuencia de la estructura familiar. Tal es el caso de los estudiantes universitarios ya que el 23.8% siempre suele usar transporte público, caminar o ir en bicicleta en lugar de conducir y el 36.7% frecuentemente, lo que refleja que una proporción considerable de la población estudiantil ya está utilizando alternativas al automóvil con regularidad, lo que es un paso positivo hacia una mayor sostenibilidad en el transporte.

Por otra parte, Binder (2020) demuestra que los niveles más altos del comportamiento proambiental se asocian con la satisfacción por tener una vida con una muestra más baja de universitarios, así como también, el tener una autoimagen más proambiental se relaciona de manera significativa con el 41.4% de los participantes suelen sentirse motivados para reciclar a causa de puntos de recompensa

canjeables por productos o servicios, lo que es una buena respuesta porque algunas empresas ya tienen este método para motivar al reciclaje a cambio de productos lo que refleja que están buscando estrategias que favorecen y refuerzan estos comportamientos.

Referencias bibliográficas

- Anaya Hernández & Martínez Porras (2018) Comportamiento proambiental. Una aproximación al estudio del desarrollo sustentable con énfasis en el comportamiento persona-ambiente. <https://www.redalyc.org/pdf/124/12499303.pdf>
- Blankenberg & Alhusenb, (2018) Reciclaje de papel en la Universidad Simón Bolívar. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140382003.pdf>
- Binder et al. (2020), Bienestar psicológico y comportamiento proambiental <https://revistas.upb.edu.co/index.php/informespsicologicos/article/download/7838/7322/19091>
- Bhattacharyya, A., Kumar, B., & Moyeen, A. (2020). Determinants of Pro-environmental Behaviours. A Cross Country Study of Would-be Managers. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 14(2), 51-71. <http://dx.doi.org/10.14453/aabfj.v14i2.5>
- Binder, M. Blankenberg, A. K., & Guardiola, J. (2020). Does it have to be a sacrifice? Different notions of the good life, pro-environmental behavior and their

- heterogeneous impact on well-being. *Eco logical Economics*, 167, 106448. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106448>
- Chukwuorji, J. C., Iorfa, S. K., Nzeadibe, T. C., & Ifeagwazi, C. M. (2017). Role of climate change awareness and pro-environmental behaviour in subjective wellbeing. *Nigerian Journal of Social Sciences*, 13(1), 39-48. https://www.researchgate.net/publication/328603249_Role_of_Climate_Change_Awareness_and_Pro-Environmental_Behaviour_in_Subjective_Wellbeing
- Ernst, A. & Wenzel, U. (2014). Bringing environmental psychology into action: Four steps from science to policy. *European Psychologist* 19(2), 118-126. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000174>
- Herrera-Mendoza, Ketty; Acuña Rodríguez, Mónica; Ramírez Ordoñez, María Jesús; De la Hoz Alvarez, Marcela Actitud y conducta pro-ecológica de jóvenes universitarios (2016) <https://www.redalyc.org/pdf/310/31048483023.pdf>
- Noemi Mencia-Sanchez, Manuel Castrejon-Valdez, Javier Vargas-Martinez, Karen Alcos-Flores, COMPORTAMIENTOS AMBIENTALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS (2020) <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/download/126/169/207?inline=1>
- K., Hine, D., Kaiser, F. G., Korpela, K., Lima, L. M., Mertig, A.G., Garcia, R., Moser, G., Passafaro, P., Pinheiro, J. Q., Saini, S., ... Uzzell, D. (2009). Temporal pessimism and spatial optimism in environmental assessments: An 18-nation study. *Journal of Environmental Psychology*, 29(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.06.001>
- Casaló, L.V., & Escario, J.J., (2018). Heterogeneity in the association between environmental attitudes and pro-environmental behavior: a multilevel regression approach. *Resources, Conservation & Recycling*, 175, 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.237>
- Adams, R., Martin, S., & Boom, K. (2018). University culture and sustainability: Designing and implementing an enabling framework. *Journal of Cleaner Production*, 171, 434–445. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.032>
- Álvarez-Suárez, P., Vega-Marcote, P., & García Mira, R. (2013). Sustainable consumption: a teaching intervention in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 115(1), 3-15. <https://doi.org/10.1108/ijshe-06-2011-0044>
- Bamberg, S., & Möser, G. (2007). Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of environmental psychology*, 27(1), 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.12.002>
- Morales, C. (2016). Exporeciclaje 2015. Estrategia de educación ambiental. [Exporecycling 2015. Environmental education strategy]. *Educación en contexto*, 2(Extra 0), 72-83. Obtenido de <https://url2.cl/AAyid>

Informe de metodología participativa con un enfoque sustentable en el contexto del cambio climático, el medio ambiente y su relación con el megaproyecto del “corredor interoceánico” en la región del Istmo de Tehuantepec¹

Xochitl Edith Bautista García²,
Laura Irene Gaytán Bohórquez³,
Teresa Guadalupe Antonio Cruz⁴,
Yessenia Fabiola López De Jesús⁵

Resumen

El cruce interoceánico del Istmo de Tehuantepec en el Estado de Oaxaca, México, es considerado actualmente como un punto estratégico para la economía mundial, debido a su ubicación geográfica, comprende una distancia de poco más de 200 Km entre los océanos Pacífico y Atlántico, a través de las entidades de Oaxaca y Veracruz. En el marco del Megaproyecto del “Corredor Interoceánico” se realizó la presente investigación, implementando una metodología participativa con un en-

foque sustentable en el contexto del cambio climático, aplicada en el municipio de San Blas Atempa. Las metodologías que se priorizaron consideran la Investigación Acción Participativa y la Metodología de Marco lógico, las cuales dada su pertinencia, permitieron considerar las diversas voces de actores y sujetos sociales de este municipio, logrando con ello identificar las principales necesidades de la comunidad, en torno a los impactos actuales del cambio climático, proponiendo de forma participativa, acciones individuales y colectivas para la atención, contención y en su caso erradicación de las problemáticas identificadas. La investigación permitió validar la pertinencia de las metodologías utilizadas, asimismo, mostró a los participantes de la comunidad de San Blas Atempa, formas otras de mirarse en el marco del megaproyecto del “Corredor Interoceánico”, como sujetos individuales y colectivos, como agentes de cambio, como redes colaborativas que pueden impactar en la toma de decisiones para el desarrollo sustentable de la localidad y la región.

Palabras clave: sustentabilidad, metodología participativa, cambio climático.

1 El capítulo se construye en el marco del Megaproyecto Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT) con la alianza de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. (UABJO) del proyecto “Diagnóstico integral de la región Istmo del Estado de Oaxaca, en el marco del megaproyecto Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec”.

2 Doctora en Estudios Críticos del Lenguaje, IISUABJO. E-mail: xobau07@gmail.com

3 Doctora en Ciencias Empresariales y Administración Pública, IISUABJO. E-mail: laura.gaytan.bohorquez@iisuabjo.edu.mx.

4 Maestría en Educación en Formación Docente, IISUABJO. E-mail: teresaantonio.iisuabjo@gmail.com

5 Maestría en Educación en Formación Docente, IISUABJO. E-mail: yessfabiolaopezdej.iis@gmail.com.

Report on participatory methodology with a sustainable approach in the context of climate change, the environment and its relation to the “interoceanic corridor” megaproject in the region of the Isthmus of Tehuantepec

Abstract

The interoceanic crossing of the Isthmus of Tehuantepec in the state of Oaxaca, Mexico, is currently considered a strategic point for the world economy, due to its geographical location, it comprises just over 200 km between the Pacific and Atlantic oceans, through the entities of Oaxaca and Veracruz. Within the framework of the “Interoceanic Corridor” Megaproject, this research was carried out, implementing a participatory methodology with a sustainable approach in the context of climate change, applied in the municipality of San Blas Atempa. The methodologies that were prioritized consider the Participatory Action Research and the Logical Framework Methodology, which given their relevance, allowed considering the diverse voices of actors and social subjects of this municipality, thus managing to identify the main needs of the community, around the current impacts of climate change, proposing in a participatory way, individual and collective actions for the attention, containment and, where appropriate, eradication of the problems identified. The research allowed validating

the relevance of the methodologies used, likewise, it showed the participants of the community of San Blas Atempa, other ways of looking at themselves within the framework of the mega project of the “Interoceanic Corridor”, as individual and collective subjects, as agents of change, as collaborative networks that can impact decision-making for the sustainable development of the locality and the region.

Keywords: sustainability, participatory methodology, climate change.

Introducción

Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec

El sistema capitalista del mundo actual tiene la característica de ser un sistema dinámico con una hegemonía cambiante, donde se da el proceso constante de disputas y nuevos surgimientos de centralidades de poder; la cuales se ven fuertemente

relacionadas con la geografía del planeta y por consiguiente la movilidad dentro de esta. Tal y como lo menciona Ojeda 2014 citando a Jan Hoffman (1999) y Martner (2008), “el transporte funge como el cuarto pilar de la globalización”, por lo que, considerando los variados ecosistemas del planeta y los múltiples tipos de transporte desarrollados por el ingenio humano, forman parte del eje primordial de la movilidad conocido como transportación multimodal principal, proceso utilizado para la movilidad de productos en todo el mundo.

El cruce interoceánico del Istmo de Tehuantepec es considerado un punto estratégico para la economía mundial debido a su ubicación en el espacio más angosto del territorio mexicano comprendido por una distancia de poco más de 300 km entre los océanos Pacífico y Atlántico, a través de las entidades de Oaxaca y Veracruz. Convirtiéndose en uno de los puntos de interés económico de potencias mundiales desde hace ya algunos años. Martner (2010), menciona que es pertinente colocar al Istmo de Tehuantepec en el contexto de los ejes y corredores multimodales de la globalización, el cual se desarrollará mediante la integración adecuada de cadenas productivas geográficamente fragmentadas y dispersas, pero centralizadas en cuanto a su forma operativa y de organización, en torno a las potencias de: Estados Unidos, la Comunidad Económica Europea y el noreste asiático. (“La triada del poder”, según la clasificación de Ohmae, Kenichi. 1985).

Marco de referencia

Antecedentes

Existen antecedentes de la búsqueda del establecimiento de este megaproyecto en México desde la época del porfiriato, donde de acuerdo con el Consejo Nacional de Armonización Contable (2020); las ciudades de Salina Cruz en Oaxaca y Coatzacoalcos en Veracruz se consolidan a raíz de la construcción de ambos puertos por mandato del general Porfirio Díaz, así como la construcción de la ruta ferroviaria del Istmo de Tehuantepec, a través de la cual se transportaban mercancías de un extremo a otro, agilizando la movilidad del comercio de productos. Sin embargo, posteriormente con el comienzo de operaciones del “Canal de Panamá” y un periodo de crisis económicas, sociales y políticas el proyecto comenzó a degenerarse. Y aunque varias administraciones del gobierno mexicano revisaron el proyecto este no ha podido prosperar. Actualmente en el sexenio del presidente Manuel López Obrador, se ha retomado dicho proyecto con la estrategia de modernización del ferrocarril del Istmo de Tehuantepec y la integración de polos de desarrollo para el bienestar.

Contexto actual

Fue en el mes de agosto del año 2020 que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público del gobierno federal publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el

decreto de aprobación del Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec (PDIT) 2020 -2024, identificado a los principales actores, análisis del contexto actual, objetivos y estrategias prioritarias, así como acciones puntuales y la metas para el bienestar. Estableciendo el el programa cinco objetivos principales:

- Fortalecer la infraestructura social y productiva en la región.
- Impulsar un nuevo modelo de crecimiento económico para el desarrollo.
- Asegurar la articulación de acciones emergentes para la población en situación de pobreza extrema en el Istmo de Tehuantepec.
- Incrementar la biodiversidad, y mejorar la calidad del agua, el suelo y el aire con un enfoque sustentable en la región del Istmo de Tehuantepec.
- Proteger, reforzar y difundir la diversidad lingüística y cultural, la memoria y los patrimonios culturales de los pueblos indígenas, afromexicanos y equiparables del Istmo de Tehuantepec, a través de acciones que garanticen su participación y derechos culturales.

Para el alcance de dichos objetivos en el PDIT han seccionado 11 estrategias y 29 acciones puntuales.

La estrategia económica del PDIT según el documento de “Cuenta Pública 2020” del gobierno federal, se fundamenta en los siguientes componentes de importancia estratégica:

- Proyectos de infraestructura que constituyen la plataforma de despegue del progra-

ma de servicios para la producción e infraestructura para la atención social.

- Proyectos estratégicos enfocados a aprovechar la localización geoestratégica de la región e impulsar las capacidades de generación de valor: Corredor Logístico Multimodal y Polos de Desarrollo para integrar Ecosistemas de Producción Industrial, los cuales tendrán la función de atraer inversiones y empresas nacionales y/o internacionales a la región.
- Programas para el fortalecimiento de la actividad productiva regional.
- Programas de apoyo transversal para impulsar la generación de oportunidades para programas sectoriales como: el desarrollo comunitario, el capital humano, la investigación, el desarrollo tecnológico e innovación, la cultura, el ordenamiento territorial y ecológico, la seguridad pública y la paz social.

Cabe recalcar que para el diseño y planificación de este programa, el gobierno federal, lo considero desde el Plan Nacional de Desarrollo publicado en el DOF en julio del 2019, donde se le puede observar su integración en el eje de economía, en el apartado de proyectos regionales establecidos con el fundamento de denotar el crecimiento en México. El objetivo planteado por el Gobierno Federal para dicho programa es impulsar el crecimiento de la economía regional con pleno respeto a la historia, la cultura y las tradiciones del Istmo oaxaqueño y veracruzano. Y este se realizará sobre el eje del proyecto “Corredor Multimodal Interoceánico” que consistirá en aprovechar la ubicación estratégica del Istmo para competir en los

mercados mundiales de movilización de mercancías, a través del uso combinado de diversos medios de transporte, atrayendo inversión a la zona e impulsando el crecimiento de múltiples sectores. Programa que según el Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo, considera se encuentra estrechamente relacionado con onceavo objetivo de la Agenda 2030, correspondiente a “lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles”, pero de esperar que este pudiera converger con ejes transversales teniendo un desarrollo adecuado.

La región del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca es una de las ocho regiones pertenecientes, ubicada en la zona sureste de la capital de la entidad, esta región tiene una extensión territorial de 20,755.26 km² comprendida por 41 municipios y habitada por más de 629,036 personas, según datos estadísticos del INEGI (2015).

Como se menciona en Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2022-2028, relacionado con los programas para el desarrollo regional, propuestas del Gobierno de México, específicamente para el programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec considerado el mayor impacto en la entidad, el gobierno del Estado instaló la Comisión Intersecretarial del Estado de Oaxaca ante el Proyecto del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec, bajo el objetivo de contribuir al mejoramiento económico, social, ambiental y cultural; con sustentabilidad e inclusión por medio de la coordinación intersecretarial.

Una de las estrategias del proyecto del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT) en coordinación con la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER) y las entidades de Oaxaca y Veracruz planteadas en PED en materia de mejora regulatoria, es la instalación de Ventanillas Únicas para trámites y servicios de los tres órdenes de gobierno, que faciliten la inversión en los Polos de Desarrollo y las zonas circundantes.

El Gobierno de México, como se mencionó anteriormente, busca detonar un cambio estructural en la región e impulsar la consecución de los objetivos del Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec, a través de los polos de desarrollo que mediante cinco polos de desarrollo en el 2023 integrados en municipios de los estados de Veracruz y Oaxaca.

En etapas futuras el gobierno plantea anexar más polos de desarrollo al programa en el Estado de Oaxaca impactado así económica, social y ambientalmente en el territorio del Istmo oaxaqueño. Sin embargo, se espera que bajo los lineamientos del PND 2019-2024, PDIT y el PED 2022-2028, dichos impactos se monitoreen y evalúen bajo la correcta ejecución de la planificación del megaproyecto participación de la UABJO.

A través de la participación UABJO-ANUIES en el año 2023, la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca, por medio de un comité de docentes investigadores de la institución, participó en la generación de un *Proyecto de Diagnóstico*

Integral de la región del Istmo de Tehuantepec en el marco del Megaproyecto “Corredor Interoceánico”, con el objetivo de “realizar el estudio social, ambiental, económico y cultural de la región del Istmo del estado de Oaxaca, por medio de la investigación cuantitativa y cualitativa mediante el análisis sistemático de bases de datos estadísticos, así como los resultados de la investigación in situ (trabajo de campo) con el fin de generar un diagnóstico integral en el marco del Megaproyecto Corredor Interoceánico” en ejes como el social, ambiental, económico, educativo y cultural.

En esta investigación, se estudió el Componente Sustentable a cargo de la Dra. Xochitl Edith Bautista García y un grupo de jóvenes investigadores, llevando a cabo el estudio de los indicadores de cambio climático y riesgos hidrometeorológicos bajo los lineamientos establecidos por el Comité de Investigación del Proyecto. El grupo de investigadores a través del uso de determinadas metodologías participó en la recolección de datos primarios y secundarios relativos a los indicadores y sus impactos en la región del Istmo de Tehuantepec. Por lo que, en el contexto de entrega de avances y resultados se redactó el presente informe que comprende el análisis individual del municipio de San Blas Atempa en la integración del megaproyecto “Corredor Interoceánico”.

Objetivo del informe

Este estudio tiene como propósito el informar resultados con base en los datos recabados en la investigación del eje

ambiental, aplicado específicamente en el marco del impacto ambiental y el cambio climático en su relación con el Megaproyecto del “Corredor Interoceánico”;; considerando el análisis sistemático de las bases de datos, , de fuentes primarias y secundarias de información (*testimonios de “segunda mano”, elaborados con posterioridad a los hechos ocurridos y basados en la información de las fuentes primarias*) recuperadas por miembros del *Grupo de Investigación del Componente Sustentable* y de la información recabada *In Situ* a través de una metodología de investigación participativa realizada con actores estratégicos de la región de estudio, para posteriormente realizar comparativas de datos y obtener un análisis argumentado del panorama contextual actual del objeto de estudio.

Metodología

Metodología aplicada

La Metodología de la Investigación, de acuerdo con la Universidad Naval de la Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR); es una herramienta en el campo de la investigación, que por su estructura y contenidos abordan los elementos básicos que guían un proyecto de manera metodológica y didáctica. Por lo que se determina, que para la realización de un proyecto de investigación es imperativo utilizar una metodología que nos permita alcanzar nuestros objetivos de una manera eficaz y organizada. Es importante considerar que existen diferentes metodologías que son distintas entre sí. Aunque

idealmente sus objetivos son similares, las consistencias de estas pueden ser distintas y/o perpendiculares, sin embargo, una de las tareas del grupo de investigación fue determinar aquella que resultaría de mayor productividad para los objetivos de la investigación.

En la variedad de la existencia de métodos de investigación, se visualizó una cuya estructura se consideró apta para la presente investigación; dicha metodología según E. Baltazar (2003), tiene sus orígenes en el trabajo pionero realizado por Kurt Lewin en la década de los 50's, quien influenciado por sus observaciones de comunidades y grupos religiosos de los Estados Unidos de Norteamérica, que presentaban un admirable sentido de autoayuda y procesos para la solución de problemáticas y necesidades de la comunidad; propuso un nexo entre la investigación y acción. Posteriormente, el concepto fue evolucionando y adaptándose a múltiples percepciones como lo es la conceptualización de Selener (1997) quien determinó a la Investigación Acción Participativa (IAP) como “un proceso por el cual un miembro de un grupo o una comunidad oprimida, colectan y analizan información, y actúan sobre sus problemas con el propósito de encontrarles soluciones y promover transformaciones políticas y sociales”. Una conceptualización con determinada posición ideológica y política que caracteriza la base del surgimiento de dicha metodología. Es importante mencionar que de acuerdo con el artículo de Parker (1992) donde de una manera idealizada menciona que la finalidad de una IAP es lograr un bienestar material y derechos socio políticos que

brinden a la sociedad libertades básicas y dignidad humana. Buscando soluciones alejadas del paternalismo y opciones que permitan la autonomía y autodeterminación de los participantes generando autosuficiencia para su bienestar.

Si bien el objetivo presentado por Parker fue expuesto de manera teórica, no se espera que proyectos específicos sean totalmente fieles a este pensamiento. Sin embargo, la percepción de la idealización proyectada en dicha descripción, concuerdan con la filosofía ética de este estudio que busca la generación de conocimiento y bienestar social, en armonía con el espacio económico y ambiental; considerando adaptaciones a los objetivos y posibilidades de la investigación presente, se consideró abordar esta metodología bajo la convicción que toda experiencia es valiosa y debe de ser escuchada, porque esta significa un aporte al proceso.

Por lo que, en el marco de la sustentabilidad que propone un equilibrio entre lo social, ambiental, económico cultural, se consideró la necesidad de no solo generar conocimiento, sino también de conciencia y reflexión, como acción en nuestro campo de estudio; determinando una opción de investigación que permitiera la autonomía de la población para identificar problemáticas y posibles estrategias, por parte de los sujetos que habitan y conviven diariamente en el contexto de estudio, por lo que se consideró apta la opción de implementar una Investigación Acción Participativa, la cual en palabras de Schmelkes (1986) cree en una ciencia del pueblo y en el poder del pueblo. La cual permite que el conocimiento

to científico de la realidad de los objetos de estudio no sea un mérito exclusivo de los académicos, sino más bien se complementa con los de las clases populares. Tal y como lo menciona Dolores (2022), dicha metodología busca promover la colaboración entre saberes académicos y populares para concientizar sobre la realidad vivida, la identificación de problemas que impiden el bienestar social y la construcción de soluciones colectivas para los problemas comunes. Haciéndola así una metodología con gran compatibilidad de aplicación en comunidades ya que de acuerdo con Soliz y Maldonado (2012) dichas metodologías participativas resultan ser un medio de gran utilidad para comprender y analizar problemas de estudio en comunidades (las cuales en el marco del cambio climático y la sustentabilidad son los objetos de estudio de la presente investigación). Debido a que, estas permiten que las comunidades expresen, por un lado: miedos, necesidades, carencias, tristezas y por otro: sueños, creencias, deseos y alegrías. Partiendo de ejercicios colectivos donde se prioriza el realismo en los problemas más importantes y se analiza su estructura, su origen, las posibilidades reales de la comunidad para enfrentarlos, además de identificar las oportunidades externas y los desafíos.

Con el fin de comprender las ideas y necesidades reales percibidas en el municipio, se optó por emplear una metodología participativa en la que se incluye la participación de actores comunitarios (autoridades municipales, comisariados, asociaciones agrícolas, etc.), que de voz propia a través de un taller didáctico dividido en cuatro grandes etapas: árbol de problemas,

árbol de soluciones, planeación estratégica y percepciones del “Corredor Interoceánico”, mediante las cuales se busca identificar las problemáticas, necesidades, acciones y propuestas de solución en el marco de los elementos económicos, sociales y ambientales que los dichos actores perciben de su municipio, en relación al Cambio Climático y el impacto del Megaproyecto del “Corredor Interoceánico”.

La ventaja de aplicar esta metodología se fundamenta en las características que posee, según Martínez, M. (2004), haciendo de la participación comunitaria un proceso educativo no formal, como parte de una democracia participativa, que es inclusiva y que ocurre con decisiones voluntarias buscando lograr el alcance de metas compartidas, a través de la eficacia con la que se desempeñan sus líderes de grupo.

Por otro lado, esta metodología igual que muchas otras presenta ciertas limitantes, que en este caso de acuerdo con Mercado et al., 2015, , recae en las relaciones interpersonales de los actores, así como el hecho que algunos de los participantes no se encuentre mínimamente cualificados, desconociendo el papel que el mismo representa, además, pudiera presentarse la manipulación de información por parte de los participantes al no ser francos durante las prácticas y por ende aporten información sesgada a la investigación, comprometiendo así los resultados. Sin embargo, es obligación del investigador adecuar las prácticas de manera sencilla para sus participantes, pero sin caer en la simplificación de estas, así como realizar más acciones como facilitador y contar con perfil ade-

cuado para el desarrollo de las actividades. Esto a manera de evitar en lo posible ocurran las limitantes o dificultades anteriormente mencionadas.

McKernan (1999) señala que los modelos teóricos del proceso de investigación acción que existen se pueden clasificar en tres tipos. Siendo el concepto de Barrios et al., 2020, sobre el Modelo Práctico Deliberativo (uno de los tres modelos anteriormente mencionados), en el cual se base la planificación de prácticas que se implementaron durante el proceso de la investigación, siguiendo los lineamientos del concepto donde el investigador tiene la función de promover la participación y la reflexión.

Otra metodología utilizada en la planificación, seguimiento y evaluación de proyectos o programas es la Denominada Metodología del Marco Lógico (MML), que de acuerdo con la definición de Robles (2019) es una metodología para la identificación y resolución de problemas según el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) (2005) tienen como finalidad facilitar los procesos gestión y desarrollo de proyectos, pero con un énfasis en la orientación al alcance de objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y a facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas; lo cual lo hace una metodología muy popular que ha resultado en una eficaz herramienta para la orientación de la ejecución de múltiples proyectos en diversos temas. Sin embargo, esta metodología al igual que muchas otras, presenta algunas desventajas; por lo cual fue nece-

sario generar adecuaciones para esta investigación haciendo uso de otras metodologías.

La MML dependiendo las adaptaciones, normalmente se conforma por una serie de etapas o pasos a fin de identificar las problemáticas y buscar soluciones estratégicas que nos permiten alcanzar propósitos y monitorear el cumplimiento de estos. Algunas de las etapas para el desarrollo de la MML son:

- El análisis de los involucrados consiste en la identificación de actores.
- El árbol de problemas es un medio para seccionar y comprender mejor la problemática a resolver.
- El árbol de objetivos, en el cual, se plantean soluciones en relación con los problemas identificados. Además, de las mencionadas se integró una etapa de planeación estratégica en la que los actores seleccionan desde su perspectiva las condiciones ideales que podrían beneficiar a su comunidad y lidiar con las problemáticas visualizadas, finalmente se cerró con una etapa de deliberaciones comprimidas, en una palabra, acerca de los cambios que el Megaproyecto “Corredor Interoceánico” representa personalmente para cada actor. Esperando conseguir nuestros objetivos planteados.

Carta descriptiva del taller didáctico participativo

A continuación, se realiza la descripción general de la carta descriptiva donde se enuncian las actividades diseñadas con la influencia del Modelo Práctico Delibera-

tivo y la MML; en los talleres didácticos aplicados a municipios de la región del Istmo de Tehuantepec.

Con el objetivo de concentrar información real percibida por las autoridades municipales a través de actividades que generen concientización, comprensión y reflexión del significado de la instauración del megaproyecto del corredor interoceánico y la opción de integrar nuevas perspectivas sustentables en beneficio de la región del Istmo de Tehuantepec. Con un periodo de duración aproximado de dos horas, el taller consistió en seis actividades:

Actividad 1. Bienvenida y presentación del equipo de investigadores: Donde el grupo de investigadores hacía la presentación de sus miembros y se realizaba el registro de los actores asistentes.

Actividad 2. Actividad Introductoria: En esta actividad se les proporciona a los actores material gráfico (narrativas e imágenes), con los cuales se busca introducirlos en el tema del cambio climático y el megaproyecto “Corredor de Interoceánico”, a través de la visualización del material se espera que posteriormente los actores generen asociaciones gráficas con las problemáticas de su municipio dando seguimiento a la actividad consecuente.

Actividad 3. Árbol de problemas: En esta etapa, los actores comienzan a identificar las tres principales problemáticas ambientales o sociales que hay en su municipio y estas se plasman en el material didáctico de apoyo, en cual, además se les

incentiva a definir las posibles causas y consecuencias que perciben de cada problemática, así como de sus afectaciones a su comunidad.

Actividad 4. Árbol de soluciones: En consecuencia, a la actividad anterior se invita a los participantes a identificar objetivos, acciones y metas, que, desde su perspectiva, representan posibles soluciones para los problemas planteados, enfocándose principalmente en aquellos en los que los habitantes pudieran generar cambios, determinando así estrategias y posibles acciones para los problemas a los que se enfrentan en sus diferentes ecosistemas. Visualizando, cómo el interoceánico podría ser una oportunidad para la región. las ideas de los participantes se plasmaron en el material didáctico que les proporcionó el grupo de investigación.

Actividad 5. Planeación estratégica: En esta actividad se invita a los participantes al diseño de su planeación estratégica participativa, en la que plasman gráficamente en un mapa, (utilizando figuras autoadheribles con elementos gráficos de temáticas como: recursos naturales, sociales e infraestructura), los elementos que dichos actores consideran a su percepción son lo que necesitan y les gustaría se implementarán en sus municipios. Identificando las principales propuestas de solicitud que los actores esperan con la consolidación del megaproyecto “Corredor Interoceánico”. A la par el grupo de investigación facilita algunas de las normativas federales que debe cumplir la industrialización de determinados ramos en relación con el medio ambiente y la sociedad.

Actividad 6. Percepción del megaproyecto “Corredor Interoceánico”: En esta actividad, de cierre se les solicita a los participantes plasmen en una sola palabra su impresión del megaproyecto, y justificar verbalmente de manera breve su percepción. Para finalizar la actividad en conjunto con los participantes se consensa una conclusión del taller, y se agradece la asistencia de todos los participantes.

Resultados

Los recursos naturales de San Blas Atempa

El municipio de San Blas Atempa se ubica a aproximadamente 251.9 kilómetros de la capital del estado de Oaxaca, es uno de los municipios que integran la región del Istmo de Tehuantepec, cuenta con una superficie de 213.18 kilómetros cuadrados. El municipio colinda con los municipios de Santa María Mixtequilla, Salina Cruz y Santo Domingo Tehuantepec limitando con este el Río de Tehuantepec procedente de la presa “Benito Juárez” esta es la Principal fuente de abastecimiento de agua del municipio (Velásquez López, A. Presidente Municipal comunicación personal)

La orografía está comprendida por cuatro cerros o colinas según el Plan de Desarrollo Municipal 2014-2016 (El Cerro Da’anni Guie Be’edxe, el Cerro Cruz Padre López, el cerro de Jalisco o Buenavista y la colina del Da’anni Guie Be’edxe).

Este territorio según posee un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y un uso de suelo de la agricultura en 50.65%, pastizal cultivado 16.30% y zona urbana 0.73% del territorio (INEGI, 2010)

El municipio cuenta con una población de 19,696 habitantes, de los cuales 11,499 personas según INEGI (2020), se encuentra dentro de la Población Económicamente Activa, dedicándose a la Ganadería y la elaboración de Totopo, pero mayormente a la Agricultura. De acuerdo con el PMD 2014-2016 en sus superficies se siembra: sandía, melón, papaya, calabaza, tomate, cebolla, chile, pepino, maíz, frijol, ajonjolí; además, se pueden encontrar árboles de gran tamaño como huanacaxtle, morro, gula bere, árboles frutales como coco, palmeras, mangos, plátano, chicozapote, etc.

Mientras que, los animales que se encuentran son: armadillos, conejos, liebres, iguanas, que es parte de la alimentación de los pobladores.

Estos son algunos de los recursos naturales que se integran en el municipio de San Blas Atempa dichos recursos se han visto continuamente amenazados por la sobre-explotación de estos, la contaminación y el cambio climático.

La aplicación del taller didáctico de participación comunitaria

Con el objetivo de concentrar información real percibida por las autoridades

municipales, a través de actividades que generen concientización, comprensión y reflexión del significado de la instauración del megaproyecto del corredor interoceánico y la opción de integrar nuevas perspectivas sustentables en beneficio del municipio de San Blas Atempa, el día 13 de julio del 2023 se realizó la aplicación del taller didáctico de participación comunitaria; por parte del grupo de investigadores del Componente Sustentable. El desarrollo

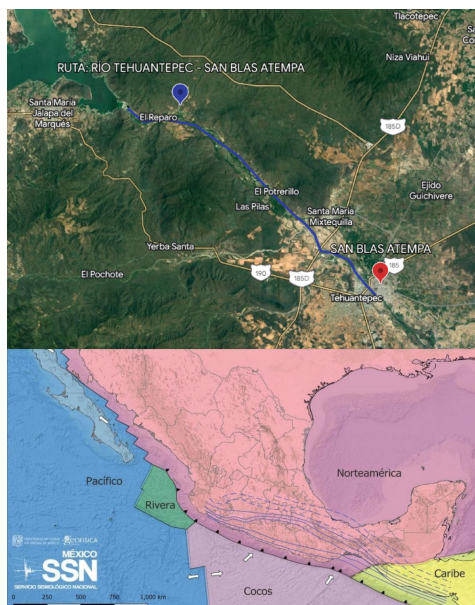
fue, a través de las actividades descritas, en donde se identificaron las problemáticas, necesidades, posibles soluciones y la relación que estos pudiesen tener en el marco del Megaproyecto “Corredor Interoceánico”. Desde un enfoque sustentable contemplando sus tres ejes (social, económico y ambiental). Respetando los indicadores señalados, los participantes definieron las actividades en torno a dos grandes temas: el Agua y el Suelo-Vegetación.

Tabla 1. Árbol de problemas		
Árbol de Problemas		
Causas	Problemas	Consecuencias
Agua		
Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal): " las tuberías son antiguas".	Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : - "Existen problemas de drenaje, agua potable.	Problemas para el abastecimiento adecuado de agua.
Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal): "los sismos afectan a las tuberías".		Dificultades con el manejo de las aguas residuales .
Suelo		
C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Menciona que la causa es debido al mal ordenamiento territorial administrado por administraciones de gobiernos anteriores.	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Menciona que recientemente han surgido asentamientos a la orilla del río de Tehuantepec.	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Menciona los pobladores ubicados en dicha región se encuentran en zonas de riesgo, además de que poder proporcionarles los servicios básicos por el espacio es complicado.
Vegetación		
C. Adalberto Velázquez López(Presidente Municipal) : Comenta que es la tala de árboles de mangos para carbón sin re siembra de los mismos por el hecho de que el producto como mango no se vende y resulta más cortar para carbón.	C. Jesús Morales Morales (Protección Civil) : Comenta que es la deforestación.	C. Jesús Morales Morales (Protección Civil) : Flora endémica perdida .
Cambio Climático		
C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal):Comenta que es por la Tala de árboles para la producción de carbón , también influye el calentamiento global.	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Comenta que el Ciclo de llluvias ya no es como antes y que los pobladores no cosechan lo suficiente por esto.	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Comenta que ahora hay más Calor por sequías y falta de llluvias. Afectando a cultivos porque no hay ciclos de agua regulares.
C. María Concepción (Regidora de Educación):Comenta que también la pavimentación de suelos que no permiten la correcta absorción de agua.		

Fuente: elaboración propia (2023)

Agua

En la región del Istmo obtiene su agua del acuífero de Tehuantepec, del cual existen según CONAGUA 460 captaciones subterráneas utilizada para la agricultura en la región. El municipio de San Blas Atempa como menciona su PDM del 2013, el municipio obtiene el recurso a través del canal de riego 19 y el río Tehuantepec proveniente de la presa “Benito Juárez”. Para este municipio la distribución de agua a los hogares de los habitantes se realiza a través de tuberías, las cuales se ven muy afectadas por problemas de sismos, según el Servicio Sismológico Nacional, en el territorio mexicano que interactúa con cinco capas tectónicas. Son la Placa de Cocos y la Placa Norteamericana las que se inciden directamente en el territorio de Oaxaca, colocando al estado como el de mayor índice de epicentros sismológicos a nivel nacional. Ocasionando que la infraestructura subterránea de servicios tales como el agua potable y el drenaje sufran afectaciones constantes, esto aunado a lo que sus gobernantes actuales comentan que dicha infraestructura es muy antigua y no se ha renovado, causando así problemas en la distribución del agua para sus beneficiarios. Afectando a los hogares dentro de la comunidad en sus usos domésticos y a la agricultura al ser temporal, (Morales M.J. Director de Protección Civil, 2023 comunicación personal), la agricultura en este municipio se basa en un sistema temporal de riego, dependiendo de las lluvias que en comparación con la década anterior (Velásquez L.A. Presidente Municipal 2023, comunicación personal) estas se han encontrado cada año más escasas, lo cual



converge con la información de Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR 2013), en un estudio climático que realizó en el estado de Oaxaca.

Lo cual nos lleva a una de las principales problemáticas mencionada por los actores que enfrenta el municipio de San Blas Atempa; refiriéndose a la escasez de lluvias y cómo esta afecta a los cultivos de la región, debido a consecuencias del cambio climático y las acciones de los pobladores. Como se mencionaba anteriormente, de acuerdo al INEGI (2010) 50.65% el uso de suelo de la agricultura, sin embargo, a, la agricultura es la actividad a la que la mayoría de la población se dedica (Velásquez L.A., presidente Municipal 2023, comunicación personal). Y con el paso de los años los pobladores han incrementado el territorio usado para la agricultura y

la ganadería; lo que a su vez ha causado erosión de suelos y decadencia de los espacios verdes con sus recursos naturales, esto conlleva en parte a la escasez de lluvias al relacionar el tema con la deforestación de espacios, alterando el ciclo del agua.

Otra de las grandes problemáticas es la calidad del agua que se obtienen del río de Tehuantepec, ya que está comprometida con las aguas residuales que se vacían por otros municipios de la región, además de los establecimientos de basureros a cielo abierto y los asentamientos cercanos al río. De acuerdo con CONAGUA (2014), las concentraciones de sólidos totales disueltos en el agua subterránea del acuífero de Tehuantepec oscilan de 247 miligramos a 799 miligramos por litro, que no exceden el límite máximo permisible por la “Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano, límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”. Sin embargo, las autoridades del lugar tienen como objetivo la posibilidad de realizar estudios especializados a este recurso, ya que este se ve comprometido por la situación del municipio y la influencia de sus colindantes, como menciona la C. Naxhely Méndez de la Paz, Titular de la Instituto de Municipal de Mujeres (IMM, 2023), la contaminación de este vital recurso ha sido causante ocasional de problemas en la salud de los pobladores, representando una amenaza para la calidad de vida de las personas.

Por lo que, en solución de estas problemáticas se propone la integración de estra-

tegias con el objetivo de obtener una mejor calidad del agua, es prioritario reducir la contaminación de los recursos naturales (fuentes de agua). Es imperativo comenzar con las problemáticas internas (del municipio y sus pobladores) que inciden en la contaminación de este medio. Una de las problemáticas que más contribuyen a la contaminación de fuentes de agua, es la falta de un plan de manejo de residuos adecuado, el cual es necesario diseñar y ejecutar, para reducir el derroche de residuos inorgánicos en los ríos y arroyos.

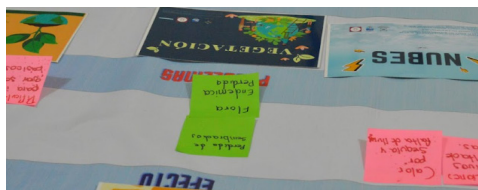
Para la instalación de una Planta Tratamiento de Recursos (PTAR), C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) menciona que se requiere cumplir con determinadas características necesarias, para los permisos legales de la ubicación y producción de aguas residuales, por parte de las instituciones gubernamentales adecuadas, mismas con las que el municipio no cumple y necesitaría del consenso de un grupo de municipios para el establecimiento de la PTAR. Por lo que, se sugiere definir estrategias para conciliar de manera interna y con municipios vecinos la posible implicación de integrar el planteamiento de plantas tratadoras de residuos en el área para poder procesar las aguas residuales del área. Es importante mencionar que una de las principales complicaciones de querer instaurar una PTAR son problemas con límites territoriales, debido a que son obras de gran inversión y es común considerar las particularidades en las relaciones políticas entre municipios, las cuales como gobernante son consideradas fuertemente, debido a la posibilidad de conflictos futuros entre municipios,

causando así el cese de los beneficios si el funcionamiento de la PTAR se encontrara ligado a más municipios.

Según información del estudio de CO-NAGUA 2020 “Calidad del Agua Superficial”, algunos los sitios ubicados en la zona del municipio de San Blas Atempa cumplían con las estadísticas regulares de calidad para diferentes usos. Sin embargo, a pesar de que la calidad de estos recursos no se defina como “no usable” es importante considerar que las problemáticas antes mencionadas y sus repercusiones a futuro.

Una vez abordado los temas referentes a la calidad del recurso hídrico, es posible ineludible visibilizar el problema de abastecimiento de recursos, los cuales residen en los métodos de distribución, refiriéndonos a la infraestructura de tuberías, ante esta problemática es la realización de obras de sustitución de tuberías, a través de la gestión de recursos federales, propios del municipio mediante las designaciones delimitadas por la secretaría de finanzas de la nación.

Árbol de Problemas realizado por los participantes del Taller Didáctico Participativo del Grupo de Investigación Sustentable. Capturada por Yomahara Hernández Hernández, 2023



Suelo-Vegetación

Otro de los temas abordados por los actores participantes fue la vegetación, la cual posee una estrecha relación con los problemas del agua. En este sentido, al ser la producción de totopos, una actividad común en el municipio, se requiere de un aprovechamiento constante de los recursos maderables, para el abastecimiento de combustible (Carbón) para el proceso de dicha actividad, es tanta la necesidad de este recurso que los mismos habitantes del municipio, participan en actividades sin ética, incendiando adrede los espacios naturales designados como espacios verdes del municipio; esto con el fin de aprovechar los efectos del incendio y tener fuentes de abastecimiento de carbón para su consumo y comercialización (Velásquez L.A. Presidente Municipal 2023, comunicación personal).

En el municipio la problemática de explotación de suelos para agricultura y ganadería se abordó sin una correcta planeación, aunado al hecho que en varias partes de los suelos de siembra se encuentran porcentajes de erosión. Por otro lado, el crecimiento demográfico al no tener un correcto ordenamiento territorial ha impactado en zonas de cultivo, por lo que provoca el desplazamiento de la actividad, afectando a otros ecosistemas del municipio.

```

graph TD
    A[Proyecto de Investigación] --> B[Objetivo General]
    A --> C[Acciones]
    B --> D[Acciones de corto plazo]
    B --> E[Acciones de largo plazo]
    D --> F[Investigación de campo]
    D --> G[Investigación de laboratorio]
    E --> H[Análisis de datos]
    E --> I[Redacción del informe final]
  
```

Proyecto de Investigación

Objetivo General

Acciones

Acciones de corto plazo

Acciones de largo plazo

Investigación de campo

Investigación de laboratorio

Análisis de datos

Redacción del informe final

Mientras el tema de protección de los recursos forestales es una situación muy diferente, ya que depende directamente con la concientización de los pobladores y de medidas de seguridad y vigilancia que el gobierno pudiera implementar para proteger sus bosques de personas delictivas que provocan intencionalmente los incendios. Si bien los escasos recursos económicos de la población y la tala forestal en el municipio son indicadores de la problemática, es necesario planificar un adecuado manejo del aprovechamiento forestal, a fin de evitar generar más cambios perjudiciales en el ecosistema.

Tabla 2. Árbol de soluciones		
Árbol de Soluciones		
Acciones	Objetivos	Metas
Suelo		
C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Se busca crear un sistema de ordenamiento territorial y hacer peticiones para estudios de agua.	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Mejorar la calidad de vida	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Relleno sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales
María Concepción (Regidora de Educación) : Comenta que se debe limpiar los ríos.		
Vegetación		
C..Lidia : Siembra de árboles frutales.	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Reforestación	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Recuperar árboles endémicos y mantener espacios verdes para que de llueva más.
C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) seguimiento a proyectos de reforestación, y la participación en el programa de sembrando vida.		
Nubes		
C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : seguimiento a proyectos de reforestación, participación en el programa de sembrando vida	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Recuperación de ciclos de Lluvias	C. Adalberto Velázquez López (Presidente Municipal) : Lluvias para el sistema de riego

315

Conclusiones

Agua

El agua es un recurso vital para la vida y del desarrollo de las actividades de los pobladores, sin embargo, debido a la percepción de vastedad del recurso se piensa que este es ilimitado, llevando así a las personas a cometer el error de no tener la conciencia de valorarlo, cuidarlo y hacer un uso consciente. Ante ello una de las principales acciones de las poblaciones debe ser el cuidado de las fuentes de agua para asegurar un abastecimiento suficiente para las actividades vitales del ser humano.

Es prioritario planificar acciones adecuadas y pertinentes para el manejo de residuos, tratamiento del agua y disminución de la contaminación, para evitar que estos deterioren la calidad de los afluentes de agua.

Suelo- Vegetación

Respecto a este tema es necesario, no solo tomar acciones de reforestación sino también implementar un plan de manejo de recursos forestales que se articule adecuadamente con las actividades económicas del municipio, asimismo se pueden integrar proyectos dirigidos a Áreas Designadas Voluntariamente para la Conservación, con el fin de proteger la fauna y flora del lugar.

Ante esto es menester sensibilizar a la población sobre la importancia de la vege-

tación para su ecosistema y señalar nuevas opciones que permitan a los pobladores incorporar en sus prácticas y actividades un aprovechamiento de los recursos naturales desde un enfoque más sustentable y evitar en lo mayor posible la propagación de suelos erosionados y disminución de sus bosques, debido a que estas son de las principales causas del cambio climático en su territorio.

Cambio Climático

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos, se sabe que son las actividades humanas la principal causa, impactando en gran medida con la quema de combustibles fósiles tales como carbón, petróleo y el gas. Sin embargo, también es innegable la estrecha relación de estas actividades con la economía y la globalización, algo que es, bajo determinadas variables, inevitable. Por lo que, es prioritario colocar el tema de la sustentabilidad y reducir estos impactos lo menos posible, con el fin de aplazar y/o recuperar escenarios climáticos que permitan a los seres vivos una adecuada condición de vida, ya que como sabemos el cambio climático ya es perceptible en muchas formas.

Una de las consecuencias evidente para los pobladores, es el actual cambio en ciclo de lluvias que impacta en su territorio, su agricultura y por consecuencia su economía. Debido a que estas, cada año son más escasas.

La población ha identificado y nombrado en un ejercicio de participación comunitaria, las problemáticas ambientales y su relación con los aspectos sociales, económicos y culturales en el municipio, esta fase del proceso de investigación permitió validar la pertinencia de la metodología utilizada obteniendo resultados de fuentes e información de primera mano.

Referencias bibliográficas

- Ojeda, 2014. El transporte en general y el transporte multimodal: ¿en búsqueda de nuevos marcos conceptuales?. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciaymar/2014/no53/4.pdf> (03 de agosto del 2023)
- Martner P. C., (2012). El sur también existe: el corredor multimodal del istmo de Tehuantepec en la era de la globalización. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252012000200004
- Ohmae, Kenichi. 1985. Triad Power: The Coming Shape of Global Competition. Citado por Martner, 2010. El sur también existe: el corredor multimodal del istmo de Tehuantepec en la era de la globalización. Recuperado, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252012000200004 (04 de agosto del 2023)
- Consejo Nacional de Armonización Contable, Cuenta Pública 2020. Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec
- Introducción. Recuperado de <https://www.cuentapublica.hacienda.gob.mx/work/models/CP/2020/tomo/VII/Print.AYH.01.INTRO.pdf> (03 de agosto del 2023)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2020. Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec 2020 -2024. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/766383/2020-08-04_-_Acdo_Apr_Prg_Desarr_Istmo_20-24_20200804.pdf (03 de agosto del 2023).
- Gobierno de México (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de <https://framework-gb.cdn.gob.mx/landing/documentos/PND.pdf> (03 de agosto del 2023).
- Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo. Plan Nacional de Desarrollo de México 2019-2024. Recuperado de <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-desarrollo-de-mexico-2019-2024> (03 de agosto del 2023).
- INEGI (2015). Citado en Universidad del Istmo, 2021. Diagnóstico Regional Istmo. Recuperado, de <https://www.oaxaca.gob.mx/coplade/wp-content/uploads/sites/29/2021/04/DR-Istmo.pdf> (03 de agosto del 2023).
- Gobierno del Estado de Oaxaca. Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028. Recuperado de <http://www.ped.oaxaca.gob.mx/ped/Archivos/inicio/PLAN%20>

DE%20DESARROLLO%20ESTATAL%202022-2028-web.pdf (04 de agosto del 2023)

Universidad Naval, SEMAR. Metodología de la Investigación. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION.pdf (25 de julio del 2023)

E. Balcazar (2003). Investigación acción participativa (IAP): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/184/18400804.pdf> (25 de julio del 2023)

Selener, D. (1997). Participatory action research and social change. NY: Cornell University Participatory Action Research Network. Citado en: E. Balcazar (2003). Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/184/18400804.pdf> (25 de julio del 2023)

Schmelkes, S. (1986). Fundamentos de la Investigación Acción Participativa. Biblioteca Digital CREFAL. Recuperado de <https://proyectosiap.files.wordpress.com/2011/05/iap.pdf> (25 de julio del 2023)

Dolores (2022). Investigación Acción Participativa y cambio climático en territorios indígenas de la Huasteca hidalguense. Recuperado de <https://www.scielo.org>.

[mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-39292022000300103](https://www.scielo.org/mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-39292022000300103)(25 de julio del 2023).

Soliz Y Maldonado (2012). Guía de metodologías comunitarias participativas Guía No. 5 Recuperado de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3997/1/Soliz,%20F-CON008-Guia5.pdf> (20 de julio del 2023)

Park, P. (1992). Qué es la investigación acción participativa. Perspectivas teóricas y metodológicas. En M. Salazar (Coord.), La investigación acción participativa. Inicios y desarrollos, (pp. 134-174). Editorial Popular, O.E.I., Quinto Centenario. Recuperado de https://nanopdf.com/download/investigacion-accion-participativa_pdf (25 de julio de 2023)

Martínez, M. (2004). La investigación acción participativa. Introducción a la psicología comunitaria, 135-165. Recuperado de https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/78705/1/Psicolog%C3%ADa%20comunitaria%20y%20bienestar%20social_M%C3%B3dulo%205_La%20investigaci%C3%B3n%20acci%C3%B3n%20participativa.pdf (30 de julio de 2023)

Mercado et. al, 2015. Fundamentos y aplicación de la Investigación Acción Participativa (IAP) en la conformación de una cooperativa artesanal en el Estado de México. Recuperado de <https://rayo.xoc.uam.mx/index.php/Rayo/article/view/55> (30 de julio de 2023)

- McKernan, J. (1999). Investigación-acción y curriculum. Recuperado de <http://metodo3.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/169/2014/10/McKernan-19991.pdf> (30 de julio de 2023)
- Barrios et. al, 2020. Cartilla Investigación Acción Participativa. Recuperado de [https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30213/025-ROJAS%20ok_%20\(1\).pdf?sequence=1](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30213/025-ROJAS%20ok_%20(1).pdf?sequence=1) (30 de julio de 2023)
- Robles, 2019. La Metodología de Marco Lógico Juan Carlos Robles Ríos (Introducción). Recuperado de https://tutoria.unam.mx/sites/default/files/2020-07/00%20Presentacio%-C3%ACn_Introduccion_MML.pdf (30 de julio de 2023)
- Ortegón et. al, 2005. Serie Manuales. Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. CEPAL-ILPES. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf (30 de julio de 2023)
- INEGI, 2010 https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20124.pdf
- PMD 2014-2016. <http://www.villadesanblasatempa.gob.mx/hemeroteca/PLAN%20MUNICIPAL%20DE%20SAN%20BLAS%20ATEMPA02.pdf>
- <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

Una mirada crítica al discurso ambientalista del posdesarrollo y el neoextractivismo¹

Marco Antonio Vázquez Flores²

Resumen

La crisis global, que ha desembocado en un colapso climático, ha generado una profunda crisis en la noción de desarrollo. Ante dicha situación, ha surgido la corriente del *posdesarrollo* y su vertiente política, el *neoextractivismo* que desde una perspectiva postestructuralista ha intentado una reinterpretar la noción del desarrollo cuestionando los discursos liberales y marxistas desplegados después de la segunda guerra mundial. Según esta corriente, el discurso del desarrollo es una construcción discursiva de la modernidad occidental eurocéntrica que promueve la dominación constante de la naturaleza y del Sur Global lo que nos ha llevado a la crisis actual. Por lo tanto, proponen abandonar los modelos de desarrollos alternativos y optar por alternativas al desarrollo, recuperación únicamente de los saberes ancestrales de las comunidades indígenas e iniciando una era de decrecimiento postextractivo. En este sentido, este ensayo tiene como

objetivo evaluar críticamente los planteamientos teóricos de esta corriente desde la perspectiva de la Crítica a la Economía Política. Se analizarán las consecuencias teórico-políticas (neoextractivismo) de yuxtaponer acríticamente la modernidad capitalista con la modernidad en general, lo que conduce a ser “una alternativa sin alternativas” y configura un discurso que, más que posmoderno, es una modalidad discursiva de la modernidad barroca.

Palabras clave: posdesarrollo, neoextractivismo, modernidad, capitalismo.

Abstract

The global crisis, which has resulted in a climate collapse, has generated a profound crisis in the notion of development. In response to this situation, the current of post-development and its political variant, neo-extractivism, has emerged. From a post-structuralist perspective, it has attempted to reinterpret the notion of development, questioning the liberal and Marxist discourses deployed after World War II. According to this current, the development discourse is a discursive construction of Western Eurocentric modernity that promotes the constant domination of nature and the Global South, leading us to the current crisis. Therefore, they pro-

1 Escrito original derivado del proyecto de investigación “Estados posneoliberales: Un análisis comparativo entre la estrategia antipitalista y antiimperialista en la Bolivia de Evo Morales y la Venezuela de Hugo Chávez-Maduro”, como requisito para optar por el título de Doctor en Estudios Latinoamericanos de la Universidad Autónoma de México (UNAM)

2 Doctor en Estudios Latinoamericanos por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), es profesor e investigador de la Escuela Superior de Economía y la Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Ciudad de México, mail858@hotmail.com.

pose abandoning alternative development models and opting for alternatives to development, recovering only the ancestral knowledge of indigenous communities and initiating a post-extractivist degrowth era. In this sense, this essay aims to critically evaluate the theoretical approaches of this current from the perspective of the Critique of Political Economy. The theoretical-political consequences (neo-extractivism) of uncritically juxtaposing capitalist modernity with modernity in general will be analyzed, leading to an “alternative without alternatives” and configuring a discourse that, more than postmodern, is a discursive modality of Baroque modernity”.

Keywords: post-development, neo-extractivism, modernity, capitalism.

Introducción

Nos enfrentamos a un escenario sin precedentes en la historia de la humanidad. La crisis ambiental, con sus múltiples formas y modalidades de contaminación (agua, suelo, atmosférica, epidemiológica, etc.), ha desembocado en un colapso climático sin precedentes. Según los datos del Servicio de Cambio Climático Copernicus (C3S), 2024 fue el año más caluroso registrado, con una temperatura promedio mundial de 1,5°C por encima del nivel preindustrial (Excelsior, 2025). La crisis climática y el sobrecalentamiento planetario han alcanzado niveles alarmantes.

A pesar de los compromisos estableci-

dos en la COP21 de 2016 en París para limitar el aumento de temperatura a dos grados para finales de siglo, estos objetivos han perdido vigencia. Las tendencias climáticas mundiales actuales sugieren que, sin esfuerzos significativos para reducir las emisiones de carbono, alcanzaremos los dos grados a mitad de siglo o incluso antes (A.R., 2023).

Dada la situación, las ciencias sociales han atravesado una severa crisis, pero es en el pensamiento económico donde esta ha tenido repercusiones especialmente significativas. En este ámbito, se han planteado serios debates en torno a un eje fundamental: la noción del desarrollo. Desde el fin de la Segunda Guerra Mundial hasta la fecha, esta noción ha constituido el centro de los debates económicos y sociales, tanto en los países del Norte global como, especialmente, en los del Sur global (Mendoza, 2024).

Medio siglo después, el discurso económico había evitado abordar abiertamente la cuestión ambiental, imprimiendo en su discurso sobre el desarrollo una noción basada en la equivalencia entre desarrollo y crecimiento económico. Esto implicaba que el desarrollo podía expandirse infinitamente, lo que llevó a externalizar los costos ambientales y reconfigurar a la naturaleza como un almacén de materias primas. Como resultado, se ha producido un desequilibrio ambiental mundial de proporciones catastróficas.

En este contexto, surgieron en la década de 1990 las nociones de posdesarrollo

y neoextractivismo. Estos enfoques, desde una perspectiva postestructuralista que analiza discursos y símbolos, desarrollan una crítica abierta a la noción de desarrollo, cuestionándola por ser un discurso proveniente del “paradigma de la modernidad”.

En este sentido, el presente ensayo tiene como objetivo examinar los alcances y límites del enfoque epistémico del posdesarrollo y sus alternativas para abordar la crisis ambiental. Para lograr este objetivo, la investigación se estructura en tres secciones. La primera sección analiza los planteamientos fundamentales de la noción postestructuralista del posdesarrollo y cómo esta representa un “rompimiento” con el “discurso occidental del desarrollo”. En segundo lugar, se examina el neoextractivismo, una vertiente del discurso posdesarrollista que cuestiona a los gobiernos de izquierda surgidos en la vuelta de siglo. Finalmente, se realiza una evaluación crítica de los alcances, limitaciones y consecuencias económico-políticas de estas perspectivas para el desarrollo del pensamiento crítico y las ciencias sociales en el contexto de la crisis ambiental

Posdesarrollo, posestructuralismo y posmodernidad: un giro de tuerca en el discurso del desarrollo.

La corriente discursiva posdesarrollista emerge como una respuesta crítica a los peligros radicales generados por la crisis ambiental multidimensional. Esta pro-

puesta se basa en una crítica explícita al discurso del desarrollo, que se sustenta en el mito del progreso y en la teoría marxista. En su lugar, el posdesarrollo busca interponer una crítica cultural:

“van a emerger con fuerza un conjunto de planteamientos cada vez más alejados y escépticos con las interpretaciones holistas que primaban la acción de esos mecanismos complejos frente a la voluntad de los seres humanos y su capacidad para moldear la realidad de los símbolos y los conceptos” (Ramírez-Cendrero, 2017, p. 23).

De este modo, la crítica al uso del lenguaje cultural del concepto de desarrollo se convierte en un eje central de la crítica al capitalismo. En este sentido, el “desarrollo” forma parte de los meta-relatos que la modernidad ha desplegado para establecer su dominio, y que tanto el discurso liberal como el marxista han adoptado como explicación del mundo. Sin embargo, para el postdesarrollismo, este concepto constituye un lastre cultural obsoleto ante la crisis ambiental.

Según Ramírez-Cendero (2017), el giro *postestructuralista del desarrollo* se sostiene en cuatro pilares fundamentales. El primero se alinea con la crítica posmoderna a la modernidad y su rechazo a esta. En este sentido, modernidad y desarrollo forman un binomio inseparable que busca la occidentalización del mundo. El desarrollo es un constructo ideológico (y no objetivo-material) del discurso de la “moderni-

dad occidental”, destinado a generar una dominación del Norte sobre el Sur. Por lo tanto, este “mito” debe ser desentrañado y desterrado desde el discurso, y reemplazado por una alternativa discursiva: la “alternativa al desarrollo.

En consecuencia, el discurso del posdesarrollo, desde su crítica a la modernidad, también cuestiona la herencia de la Ilustración, es decir, el universalismo. En su lugar, busca dar cabida a las especificidades locales e independientes, debido a la carga ideológica eurocéntrica que percibe en la modernidad y en el discurso del desarrollo. Según esta perspectiva, el discurso del desarrollo fue desarrollado por el Norte global para dominar al Sur global.

El tercer pilar del posdesarrollo se basa en el reconocimiento de los valores premodernos y ancestrales de las sociedades más antiguas, que, sin ser “desarrolladas”, mantenían espacios de realización y satisfacción humana superiores a los del mundo desarrollado.

Finalmente, el cuarto pilar se centra en la alternativa de la “vida buena”, basada en el despliegue de ámbitos locales de comunidades ancestrales, contacto ecológico con la naturaleza y desarrollo espiritual. Esto lleva a una política de decrecimiento y reducción máxima del uso de los recursos naturales (vida simple o sencilla).

Estos cuatro pilares sostienen la fundamentación postestructuralista y posmoderna del discurso del posdesarrollo. Autores como Escobar (2012), Acosta (2012), Ce-

ña (2013), Gudynas (2017), Latouche (2009), Leff (2008), Shiva (1988), Svampa (2017), entre muchos otros, han impulsado este giro radical en el debate en torno al desarrollo, abandonando la idea de desarrollo y sus consecuencias políticas, que culminan en la conceptualización y crítica de los gobiernos de izquierda que construyeron alternativas posneoliberales en la vuelta de siglo.

Neoextractivismo: gobiernos de izquierda dentro del discurso posdesarrollista.

El discurso del postdesarrollo realizará un balance político de las alternativas de izquierda que surgieron en América Latina desde la llegada de Hugo Chávez al poder, conceptualizándolas como *neoextractivismo*.

El grupo “Alternativas al desarrollo”, integrado por autores como Alberto Acosta (2012), Eduardo Gudynas (2012), Maristella Svampa (2017), Edgardo Lander (Lander, 2016) y Henry Veltmeyer (2015), ha desarrollado esta noción teórica para analizar las características políticas, económicas y sociales de los denominados “gobiernos progresistas” en el cono sur durante las primeras dos décadas del siglo XXI.

El *neoextractivismo* se define como una actividad económico-política que ha permeado a estos gobiernos desde su origen y que, más que un avance del movimiento de izquierda o un cambio social alternativo al capitalismo, simboliza una nueva forma de desarrollismo vinculada a una nueva

forma de subordinación global (Gudynas, 2009).

La mayoría de estos autores coinciden en que el fundamento central del neoextractivismo radica en el incremento del precio de las commodities a nivel mundial, debido a la creciente demanda de recursos naturales por parte de China.

Este aumento en la demanda volvió más rentable la extracción de recursos naturales para las economías del mundo, especialmente para las del Sur Global ricas en recursos naturales. Como consecuencia, estas economías reprimarizaron sus estructuras económicas, mediante un reacomodo de la acumulación mundial de capital que trasladó su centro de interés de la explotación del trabajo a la extracción de recursos naturales (Svampa, 2019). Este proceso también se vio impulsado por el capital financiero, consolidando así la nueva fase del capitalismo, el “imperialismo del siglo XXI” (Veltmeyer & Petras, 2015).

A diferencia del extractivismo clásico, que se caracterizó por la explotación de recursos naturales por parte de empresas transnacionales durante la globalización neoliberal, el neoextractivismo representa una continuación de esta lógica de saqueo, pero ahora llevada a cabo por los denominados “gobiernos progresistas”. Estos gobiernos, a través de un “Estado incluyente” en alianza con empresas transnacionales, despliegan prácticas de explotación y represión similares a las del extractivismo clásico.

Utilizan las ganancias extraordinarias provenientes de la industria extractiva para implementar programas de justicia social y combate contra la pobreza, lo que les permite obtener legitimación y consenso para la explotación de recursos naturales (Gudynas, 2012). Esta explotación puede ser llevada a cabo por empresas estatales nacionalizadas o mediante acuerdos con empresas transnacionales, lo que limita el régimen de ganancia de estas últimas.

Así, el Estado se vuelve más intervencionista y complejiza los conflictos con indígenas y campesinos. Estos gobiernos “desconocen” y “criminalizan” las protestas contra el extractivismo, lo que genera una nueva forma de “autoritarismo” (Svampa, 2019). Además, tienden a establecer formas personalistas de poder mediante el caudillismo.

El *neoextractivismo* se configura como una “patología” que, pese a la abundancia de recursos naturales, conduce a la cancelación de la diversificación productiva, la exacerbación de los conflictos sociales y un impacto devastador sobre la naturaleza (Acosta, 2012). Las externalidades negativas persisten a pesar del establecimiento de un “Estado incluyente” o “progresista” que persigue una falsa ilusión desarrollista.”

De esta manera, los gobiernos “progresistas” representan una continuidad del proyecto neoliberal. Están integrados en el proyecto extractivista global que busca la acumulación de capital mundial, un “*consenso mundial a favor de las commodi-*

ties” (Svampa, 2019). Este consenso se ha configurado como una forma de consenso post-Washington, en la que el “Estado incluyente” en alianza con las empresas transnacionales es el motor del “imperialismo del siglo XXI” (Veltmeyer & Petras, 2015).

Esta nueva forma de imperialismo amenaza no solo con devastar los elementos naturales del planeta además representan una forma de “capitalismo reformista desarrollista”. Este capitalismo, a través de una “acumulación por desposesión” de bienes comunes, busca desplegar una ofensiva contra los movimientos sociales indígenas y campesinos en defensa de la ecología.

Según la noción del neoextractivismo, estos gobiernos representan un modelo de desarrollo que se alimenta de las ilusiones del mito del progreso. Su perspectiva retoma las nociones clásicas de la “modernidad occidental” basada en el dominio de la naturaleza (Svampa, 2019).

Para detener esta ofensiva contra la naturaleza a nivel mundial, es necesario plantear “alternativas al desarrollo” y no “desarrollos alternativos” (Gudynas, 2017). Esto significa detener el uso y la expansión de las fuerzas productivas como base del crecimiento y, en cambio, imponer “límites al crecimiento” o incluso abandonarlo.

El objetivo es desplegar lo que denominan como “posdesarrollo”, un proceso que busca recuperar las cosmovisiones indígenas basadas en el “Buen Vivir” o “Vivir

Bien”. Estas cosmovisiones representan un encuentro entre el hombre y la naturaleza no basado en el dominio de esta última, sino mediante relaciones eco-comunitarias centradas en un proceso civilizatorio “biocéntrico” en lugar de antropocéntrico (Acosta, 2012)

antidesarrollista”. Sin embargo, esta transición no se encontrará dentro de los “gobiernos progresistas”, sino que solo puede basarse en los movimientos “autónomos” en alianza con las poblaciones indígenas y campesinas.

El neoextractivismo, entonces, representa la configuración económico-política del discurso del postdesarrollo. Representa la respuesta abierta en contra de lo que denominan “progresismos” en favor del autonomismo indigenista y los movimientos sociales.

Para una crítica al paradigma postestructuralista del postdesarrollo.

Sin duda, el pensamiento crítico latinoamericano ha hecho importantes contribuciones y planteamientos en torno a las estrategias para una sociedad mejor. En este sentido, es fundamental destacar la importancia de una respuesta ecológica ante la crisis ambiental, que más que una crisis, representa un colapso ambiental.

El concepto del postdesarrollo y el neoextractivismo que analizamos en esta ocasión sirven para abrir el debate en torno a las estrategias del pensamiento crítico

ante la amenaza de este colapso ambiental, mediante propuestas anticapitalistas. Esto ha llevado a proponer como base fundamental la recuperación de las cosmovisiones premodernas campesinas e indígenas, con el objetivo de implementar auténticas formas ecológicas comunitarias anticapitalistas.

El postdesarrollo y el neoextractivismo son respuestas ante las nociones del mito del progreso del pensamiento económico, el marxismo socialdemócrata y stalinista, que ignoraron la naturaleza. En el siglo XXI, el debate crítico tuvo la obligación de discutir la cuestión ambiental.

Aunque retomar el debate en torno al ambiente y rescatar prácticas y saberes ancestrales de las comunidades indígenas de la región es fundamental, el giro postestructuralista del debate en torno al desarrollo se hace desde una profunda mirada de desencanto frente a los fundamentos materiales de la transformación social: la modernidad.

Después de más de dos décadas de hegemonía de la cultura política posmoderna,

3 Inclusive este *quid pro quo* ha llevado al discurso del postdesarrollista al no poder identificar y diferenciar las diversas modernidades capitalistas, las cuales pueden adaptarse para impulsar y sostener la lógica del capital. En una de sus muchas configuraciones y ante el colapso ambiental, la modernidad capitalista podría adquirir al menos dos formas; una neautoritaria, en la que pese a la devastación ambiental ocurrida por décadas de "neoliberalismo" se aferra a mantener un patrón fosilista para no perder las ventajas obtenidas en medio de la carrera por la hegemonía mundial. Por otro lado, se levanta otra tendencia que dando cuenta de los efectos devastadores y económicos sobre todo porque podría poner fin a la civilización y con el al capitalismo, surge una forma liberal de la modernidad que ha estado avanzado en un patrón post-fosilista que podría darle oxígeno a la acumulación mundial de capital por mucho mas tiempo, porque el límite solo se lo impone el colapso ambiental y no otras dimensiones de la devastación ecológica (Arizmendi, 2016) De esta forma, el fosilismo no es destino para la modernidad capitalista, esta perfectamente podría transitar al postfosilismo y no necesariamente podría adquirir la forma pos capitalista. En este sentido, China es quien en medio de la disputa por la hegemonía mundial juega en doble banda, es la nación que ha llevado mas lejos el impulso a la transición tecno-energética y al mismo tiempo es de las naciones que mas combustibles fósiles consume a nivel mundial.

el discurso crítico en torno a la modernidad estuvo marcado por una yuxtaposición de la modernidad capitalista con la modernidad en general, cancelando la mirada de posibles modernidades alternativas (Arizmendi, 2020). Esto ha llevado a la noción del *posdesarrollo* a identificar modernidad con capitalismo³ y, por lo tanto, a un desencanto hacia la modernidad en general⁴.

La yuxtaposición mencionada anteriormente lleva a desconocer los alcances positivos de la modernidad, ya que esta contiene la promesa de superar la escasez. Mientras persista la escasez, se instalará un doble desequilibrio en la vida económica y social de la humanidad.

En primer lugar, se desequilibrará la relación sociedad/bienes, volviendo insuficientes los valores de uso para la sociedad y desgarrando una y otra vez el proceso de reproducción. En segundo lugar, se desequilibrará la relación sujeto-sujeto, ya que la confrontación de necesidades sociales inhumaniza a la sociedad e impone espontáneamente la guerra de todos contra todos, configurando las sociedades de clase. *"Las necesidades de unos se configuran, en la trágica disputa social por los valores de uso, como una contranecesidad frente a otros"* (Arizmendi, 2020).

4 Identificación y desencanto que ha atribuido su génesis al discurso posmoderno, sin embargo, dicha formulación teórica de la modernidad como devastación proviene de las formulaciones realizadas por Heidegger: "En el nacimiento de la modernidad atómica emergió un *quid pro quo* histórico de nocivos impactos para el desciframiento del siglo XX y el siglo XXI. Al atribuir en general a la modernidad, no específicamente a la modernidad capitalista, el fundamento epocal de la devastación, Heidegger dotó de justificación al proyecto geopolítico hitleriano: EU y Rusia debían ser destruidos como polos históricos de lo Gestell, de la técnica planetaria como armatoste que detenta el devenir de la devastación" (Arizmendi & Beinstein, 2018).

De esta manera, desechar el proyecto de modernidades alternativas nos lleva a la rearticulación de los conflictos locales y globales. Aunque el discurso posdesarrollista sugiere que las economías locales pueden neutralizar la conflictividad social, estos conflictos siempre estarán en suspenso, pendientes de su reactivación, debido a que las condiciones materiales de la reproducción social seguirán siendo insuficientes para satisfacer las necesidades de toda la nación, especialmente en escenarios de decrecimiento.

El discurso del postdesarrollo, al confundir la modernidad en general con la modernidad capitalista, ignora que esta última, al ser *subsumida realmente*, adquiere una dimensión esquizofrénica en la que progreso y devastación se articulan de forma inseparable. La mayoría de los valores de uso de la modernidad capitalista, junto con su aparato técnico instrumental, llevan dentro de sí una lógica inmanente dispuesta a la sustracción de plusvalor y ganancias extraordinarias, instalando una y otra vez la escasez espuria o artificial (Arizmendi, 2020). Esto desencadena una devastación apocalíptica⁵ sobre el hombre y la naturaleza, *una fractura metabólica entre el hombre y la naturaleza* (Foster, 2024).

La visión acrítica sobre la modernidad que despliega la noción del postdesarro-

llismo lleva a pensar un desarrollo sin modernidades alternativas, que no permita la superación de la escasez en armonía con la naturaleza. De este modo, deja en suspenso el conflicto social. Aunque tiene la ventaja de recuperar las relaciones eco-comunitarias premodernas, estas siempre estarán permeadas por el doble desequilibrio que produce la escasez.

En este sentido, el discurso posdesarrollista se presenta como una reconfiguración desde el discurso crítico de la noción de los “límites del desarrollo” de la escuela del crecimiento cero del Club de Roma. Esta escuela promovió un discurso anti-crecimiento inviable para todos los países, y que ninguno acató como estrategia contra el cambio climático.

El reto del discurso crítico reside en una redefinición crítica del concepto de desarrollo a partir de un concepto crítico de modernidad, de manera que no le abra las puertas a la escasez. Una modernidad alternativa, despojada de la legalidad capitalista, puede redefinir su objetivo en la afirmación de lo social-natural. Articulando y rescatando los valores premodernos de las sociedades ancestrales, permitiendo trascender la escasez y manteniendo un patrón tecnoecológico-comunitario. A esto se refiere Arizmendi cuando enaltece el concepto de modernidad de Ernest Bloch en el *Principio Esperanza*.

“A la técnica le falta el enlace con el viejo mundo crecido orgánicamente del que el capitalismo se ha divorciado, y asimismo el enlace con ese ele-

5 A diferencia de Svampa, quien asume, por ejemplo, que la modernidad es el fundamento del antropoceno (Svampa, 2019), Elmar Alvater sabe diferenciar el elemento negativo de la modernidad capitalista. Al recuperar la contradicción valor-valor de uso, puede darse cuenta de que ante la crisis ambiental mundializada no cabe reconocer a la era como antropoceno, ya que no es el hombre y la “modernidad” el fundamento de la devastación natural mas radical de la era. “Capitaloceno” – como lo denomina – responde a un concepto en donde es la particularidad de las relaciones sociales enajenadas el fundamento de una nueva era climática de desestabilización producida por una modernidad capitalista y no una modernidad en general (Alvater, 2014).

mento de la naturaleza favorable a la misma técnica, ya que el capitalismo abstracto no puede encontrar acceso posible” (Arizmendi, 2020).

Lejos de ser una propuesta que intenta trascender la modernidad, el discurso del *posdesarrollista* reconfigura una *modalidad barroca de la misma*. Al renunciar a las modernidades alternativas e interconectadas con las resistencias barrocas desplegadas en Latinoamérica este discurso se limita a reorganizar la modernidad barroca existente⁶. La aceptación de la inevitabilidad de la escasez y la pobreza, con el fin de desplegar formas ecológico-comunitarias como alternativas para neutralizar la contradicción con la naturaleza, configura una modernidad barroca⁷.

Elegir formas ecológicas comunitarias no debería implicar el rechazo de proyectos alternativos de modernidad, pues eso significaría, como diría Engels, “tirar al niño con el agua sucia”. El reto es la articular estas con formas alternativas de modernidad que superen la escasez y la pobreza en armonía con la naturaleza y los saberes ancestrales, el reto es entonces inventar *modernidades posbarrocas* (Arizmendi, 2020).

El planteamiento que se abre en el debate sobre la articulación entre formas eco-sociales comunitarias ancestrales para hacer frente a la crisis ambiental mundial es uno de los aspectos más relevantes que trae consigo la perspectiva del *neoextractivismo* para la discusión de estrategias pertinentes para un futuro mejor en Latinoamérica. Sin embargo, en sus mayores potencialidades dialécticamente se localizan sus mayores limitaciones.

La crítica a los “gobiernos progresistas” se basa en que estos han utilizado la *renta natural* como herramienta para su desarrollo económico y social, lo que ha resultado en un desastre ambiental y social. En lugar de mejorar las condiciones de sus países, estas han empeorado, llevando a plantear que dicha renta natural no debe ser usada bajo ninguna forma, lo que deja a las naciones del Sur sin posibilidades de defensa ante el embate imperialista de los países del Norte. Además, esto deja abierta la apropiación espuria de la renta, ya que no existe un proyecto social para su uso.

6 Modernidad barroca es el termino con el que Bolívar Echeverría da cuenta de un modo de ser (ethos) ante la contradicción entre el capitalismo y la forma social-natural. Este ethos actúa espontáneamente de diversas maneras, ya sea integrándose sin mayores restricciones a la lógica de la acumulación de capital (ethos realista o romántico) o resistiéndose mediante una integración que permite hacer viable lo invivable. De esta manera, la forma en como la región latinoamericana se integro a la acumulación de capital mundial tuvo lugar en medio de una compleja relación de mezcla entre lo moderno y lo premoderno. Para que el capitalismo lograra abrirse paso, tuvo que hacer concesiones; y para que lo premoderno no dejara de existir, tuvo que integrarse en medio de una resistencia. Esto constituyó una configuración nueva de la modernidad capitalista (Echeverría B., 2011). Así, en pleno siglo XXI, podemos encontrar formas premodernas indígena-campesinas en lo económico, político y cultural en nuestra región.

7 Wallerstein en su basto análisis del sistema-mundo capitalista señala, que la posmodernidad no es tan posmoderna. En el desarrollo histórico del largo plazo del capitalismo al menos menciona que ha entrado en contradicción al menos dos modernidades, la denominada “modernidad de la tecnología” basada en el desarrollo técnico acelerado y modernización de los diversos valores de uso y la “modernidad de la libertad” la cual estuvo basada en la lucha por libertades humanas en contra de los que tenían privilegios, “un triunfo de la humanidad sobre sí misma” (Wallerstein, 1995). Aunque en un principio ambas confluyeron en pro del desarrollo del naciente capitalismo, poco a poco fueron entrando en contradicción y en una irreductible confluencia. Mientras que la primera intento consolidarse mediante su desarrollo capitalista y sus diversas configuraciones (liberal y conservadora), la segunda fue siendo cada vez más apartada subordinada a los designios de la primera. La “posmodernidad” en este sentido, es la respuesta a la primera modernidad en su vertiente de apropiación y devastación de la naturaleza, pero no lejana a la segunda, pues la posmodernidad refiere a un discurso que intenta una liberación: “esa posmodernidad no es en absoluto posmoderna. Mas bien es el modo de rechazar la modernidad de la tecnología en nombre de la modernidad de la liberación, y se ha planteado de esa manera tan bizarra, es porque los propios posmodernistas buscan romper con el tipo de lenguaje que la ideología liberal imprimió a nuestro discurso”

Bolívar Echeverría (2002) ha demostrado que, dentro de una tendencia de larga duración, los capitales del Norte han logrado imponer un tributo a los capitales del Sur debido a que los primeros detentan el control de sistemas tecnológicos de vanguardia, lo que les permite implementar un intercambio desigual en el mercado mundial, denominado “*renta tecnológica*”⁸. Mientras que los capitales del Sur han logrado implementar mecanismos de defensa mediante el uso de la renta natural, estos han sido derrotados en la vuelta de siglo, y en la mayoría de las naciones de la periferia, la renta natural fue subordinada y transformada en renta espuria transnacional al servicio del capital mundial.

En este contexto, es fundamental destacar que uno de los mecanismos para que los países de Latinoamérica puedan implementar una defensa contra la hegemonía estadounidense es el uso de la *renta natural*. Sin embargo, el discurso del neoextractivismo ignora este aspecto mediante una yuxtaposición del uso de la renta natural de forma nacional con la renta natural espuria.

De esta manera, la renta natural podría perfectamente adquirir una forma contra-

hegemónica y estar al servicio de la reproducción nacional, para luchar contra el *trend de la renta tecnológica* y sus efectos devastadores que se generan a través de la sobreexplotación. La *renta natural* convertida en renta nacional podría ser perfectamente utilizada para el despliegue de capacidades productivas contrahegemónicas, mediante el desarrollo industrial de las naciones y el despliegue de un nuevo patrón tecno-energético post-fosilista que permita abandonar la renta natural como fundamento del desarrollo⁹.

En términos estratégicos, se vuelve anti funcional pedirles a los países del Sur que no usen sus recursos naturales, cuando estos están en medio de una ofensiva mundial debido a su atraso tecnológico que los obliga a estar de forma estructural en una condición de dependencia y subordinación. De igual modo, sin el uso de la renta natural, no podrían conseguir los recursos necesarios para impulsar su defensa tecnológica e industrial, para compensar los efectos devastadores de la sobreexplotación sobre la población nacional condenando a esta a la pobreza y marginación económica.

⁸ Un concepto que desarrolla en diálogo con la perspectiva de la teoría de la dependencia de Ruy Mauro Marini, quien, siguiendo a Marx, logra de mostrar que en la relación entre capitales nacionales se impone un intercambio desigual debido a que la posesión de un desarrollo tecnológico de avanzada, los países de la metrópoli logran imponer un mecanismo de poder que les posibilita sustraer grandes quantums de valor a la periferia. Estos últimos, son llevándolos a tener que compensar esas pérdidas mediante la sobreexplotación de la fuerza de trabajo de sus naciones, de tal forma que el “desarrollo” es imposible y, en cambio, lo que se despliega es el “desarrollo del subdesarrollo”. La *renta tecnológica* es el dispositivo por excelencia con el que los países del Norte derrotan y subordinan una y otra vez a los capitales del Sur. Dispositivo que los ha llevado a claudicar cualquier mecanismo de defensa, incluida la renta natural, una tendencia que lleva mas bien, a la subordinación transnacional de esta última, mediante formas de acumulación por desposesión (Arizmendi, 2014), que lejos de ser un dispositivo de los Estados izquierda, representa un mecanismo del poder del capitalismo mundial.

⁹ Veltmeyer (2015), sin lugar duda, es el exponente más importante del discurso del neoextractivismo, ya que logra articular una visión marxista dentro de su planteamiento. Sin embargo, a pesar de esto, su propuesta presenta una nueva versión de las *teorías del imperialismo*. Remplazando la tendencia decreciente de la tasa de ganancia como fundamento del desarrollo del capitalismo, por una supuesta articulación de los monopolios mediante el capital financiero y el uso de los recursos naturales, desplaza la subordinación del trabajo como fundamento del dominio capitalista. Así se desarrolla el “imperialismo en el siglo XXI”, argumento que retomará también Svampa (2019), pero sin una perspectiva marxista. Dicha perspectiva, además de partir de un desencanto sobre la modernidad, yuxtapone capitalismo decadente con capitalismo en decadencia, confusión que ha propulsado las *teorías del imperialismo*. Al desplazar el fundamento de la acumulación de capital del dominio del trabajo al dominio de los recursos, lleva a desconocer el fundamento del desarrollo tecnológico en el *trend* histórico de subordinar el plusvalor mundial y la sobreexplotación. De esta forma, al regresar a las teorías del imperialismo no permite dar cuenta de cómo gracias a la *renta tecnológica* los capitales han derrotado las viejas “soberanías” y como estas se han apropiado de la renta natural. Sin la renta natural, los Estados del Sur quedarían desarmados para desplegar un mecanismo defensivo y un medio de desarrollo económico soberano.

ca y a su decadencia política y social¹⁰. De tal manera, que el discurso del neoextractivismo deja desarmado a los países del sur de una estrategia integral de superación de la pobreza, al ser incapaz de ver la tendencia hegemónica de largo plazo, el *trend de la renta tecnológica*, deja desarmadas a nuestras naciones contra los países del Norte global, abriendo flancos para el uso transnacional de la misma.

Aunado a esto, la defensa de formas sociales eco-comunitarias indígenas y campesinas en contra de la actividad extractiva— la cual está en el centro de la cosmovisión del neoextractivismo — es sin duda fundamental. Sin embargo, esto no debería significar el rechazo de proyectos de modernidad alternativa y, con ello, el fundamento positivo del desarrollo, ya que condenaría a las sociedades a la pobreza y la escasez

Por el contrario, el reto debería ser articular los movimientos sociales abajo con la refundación de un Estado contra-hegemónico que reconozca las diversas nacionalidades e impulse la autogestión nacional del uso de la renta natural y que contrarreste los efectos devastadores de la renta tecnológica (Arizmendi, 2014). Un desarrollo alternativo que contenga la sobreexplotación mediante la desmercantificación de diversas dimensiones del proceso de reproducción social nacional y de la fuerza de trabajo, impulsando a la par

una transición ecológica tecno-económica pos-fosilista que no despoje a los pueblos de sus potencialidades, sino más bien que se articulen con proyecto de nación (y de modernidad alternativa) que incluya fraternalmente las necesidades de todos los miembros del país.

Conclusiones

Los desafíos ambientales que enfrentamos en la actualidad requieren de un debate arduo que construya alternativas ante el evidente colapso ambiental de la era. Es fundamental construir las alternativas para enfrentar los riesgos civilizatorios que se nos ponen de frente. El giro posestructuralista al debate en torno al desarrollo y su consecuente desencanto ante la modernidad se presenta como “una alternativa sin alternativas” (Mendoza, 2024), una *configuración barroca de la modernidad* como “alternativa”.

El concepto de *ethos*, desarrollado por Bolívar Echeverría (2011) quien redefine su concepción original griega, como “modo de ser” o “carácter”, da cuenta del modo de existencia histórico-cultural del sujeto social, que se convierten en hábitos o estrategias de supervivencia ante una contradicción valor-valor de uso que desgarrar su actuar. Esta contradicción se manifiesta entre dos tendencias completamente contrapuestas: una basada en la afirmación vital social-natural del mundo humano de la vida (forma valor de uso) y otra basada en la negación total del sujeto fundamentada en el valor que se valoriza (forma valor).

10 Atilio Borón (2003) lo expresa claramente cuando determina que el resultado de la marginación y pobreza producida por décadas del neoliberalismo lo tenemos en la figura social del mendigo o del narcotraficante. Una noción crítica del desarrollo debería incluir en este sentido, no solo el bienestar del estar, es decir la dimensión material, sino también la dimensión del ser, fundamento para la creación de un nuevo sujeto social (Arizmendi, 2020).

Ethos moderno constituye una revaloración crítica que busca comprender diversas estrategias civilizatorias que pretenden neutralizar dicha contradicción. De manera irreflexiva, estas estrategias intentan dar morada o cobijo ante una realidad en donde el entrecruce entre progreso y devastación de la modernidad capitalista lleve a un punto de asimilar y propulsar la marcha del proceso de reproducción social dentro de la acumulación de capital. De este modo, se elige de forma irreflexiva un modo de vida basado en principios que reproducen de manera general esta dinámica, decantando – según Echeverría – en al menos cuatro configuraciones modernas del *ethos*: *ethos realista*, *ethos romántico*, *ethos clásico* y *ethos barroco*.

Ethos barroco reconoce dicha contradicción y la resiste buscando tomar postura entre el “valor” o el “valor de uso” en medio de una integración y resistencia al capitalismo (Echeverría B. , 2011). Esta estrategia de civilización que tiene como fundamento esta ambivalencia: una parafernalia muy extravagante que no termina de integrarse, pero tampoco de resistir completamente, decantando en estrategias mixtas de reproducción entre lo premoderno y lo moderno, entre lo mercantil simple y lo mercantil capitalista. Se trata de una estrategia civilizatoria que ha dominado las civilizaciones modernas latinoamericanas.

Este *ethos*, es el que se plasma en la noción del posdesarrollista-neoextractivista, al presentar una a-criticidad en torno al proyecto de modernidad, llevándolo a hipostasiar la modernidad en general con la mo-

dernidad específicamente capitalista, lo que deriva en el abandono del proyecto de la modernidad en sí mismo. Con ello, deja pendiente la posibilidad de la superación de escasez, y la confrontación interpersonal se vuelve insuperable. Un discurso que lleva a plantear soluciones meramente locales para neutralizar dichos conflictos.

Si bien hace referencia al rescate de los valores ancestrales de las comunidades latinoamericanas y la defensa de la naturaleza, lo hace sin un proyecto alterativo de modernidad. Olvida que esta no es sinónimo de capitalismo y que es posible imaginar unas tecnologías distintas no subsumidas realmente por el capital. De tal manera, lo que reconfigura el discurso del posdesarrollismo es un proyecto civilizatorio basado en el *ethos barroco*.

Pero justo por que en el barroquismo latinoamericano existe, dentro de su conflictiva dinámica de resistencia e integración, una pulsión de resistencia genuina es que esta última, en función de la *rapport de forces*, podría articularse con una tendencia anticapitalista. Lo que podría hacer estallar la dinámica del *ethos barroco* para poder pasar a construir estrategias auténticamente *posbarrocas*, que no se queden en salidas locales y antimodernas, sin dejar de del Estado que es un espacio donde se puedan construir proyectos alternativos de modernidad siempre y cuando este adquiera un carácter contrahegemónico y logre articularse con los movimientos sociales para construir el “autogobierno del país” (*landesellschaftsverwaltung*) (Echeverría, 2017).

No es desde el rechazo de la modernidad y Estado, como lo hace el discurso neoextractivista posdesarrollista que se logran las soluciones ante la catástrofe ambiental. Pedirles a las naciones que decrezcan, significa una utopía romántica irrealizable, sobre todo cuando los países de Sur Global enfrentan al mismo tiempo la pobreza. El objetivo es construir modernidades alternativas, anti-capitalistas que puedan trascender su lógica productivista y por tanto contaminante. Y para esto se necesita desde el discurso crítico desarrollar un *concepto crítico de desarrollo* que supere las nociones del mito del progreso y de su forma liberal y no simplemente desecharlo y así, plantear opciones de políticas públicas.

Referencias bibliográficas

- Acosta, A. (2012). Extractivismo y neoextractivismo. En M. Lang, & D. Mokrani, *Más Allá del desarrollo* (págs. 83-118). Ciudad de México: Fundación Rosa Luxemburgo.
- Alvater, E. (2014). El capital y el Capital loco. *Mundo Siglo XXI No.33 Vol IX*, 5-15.
- A.R., C. A. (2023). *USGCRP, 2023: Fifth National Climate Assessment*. DC: US Global Change Research Program.
- Arizmendi, L. (2014). Bolívar Echeverría: trascendencia para América Latina. En J. Peña, E. Piñero, & L. Arizmendi, *Bolívar Echeverría. Trascendencia e impacto para América Latina en el siglo XXI*. Quito: IAEN.
- Arizmendi, L. (2016). *El capital ante la crisis epocal del capitalismo*. México: IPN.
- Arizmendi, L. (2020). El principio esperanza: el desafío de la reinención de la modernidad y el bien-ser-estar. *Antropos 257 (segunda parte)*, 93-113.
- Arizmendi, L. (2020). Modernidad barroca y pobreza campesina en el siglo XXI. En J. Boltvinik, & S. A. Mann, *Pobreza y Persistencia campesina en el siglo XXI* (págs. 156-177). Ciudad de México: Siglo XXI.
- Boron, A. (2003). *Estado, Capitalismo y Democracia*. Buenos Aires: CLACSO.
- Echeverría, B. (2002). Renta tecnológica y capitalismo histórico. *Mundo Siglo XXI*.
- Echeverría, B. (2011). *La modernidad de lo barroco*. México: Era.
- Echeverría, B. (2011). *La modernidad de lo barroco*. México: Era.
- Echeverría, B. (2017). *El discurso crítico de Marx*. México: Fondo de Cultura Económica-Itaca.
- Ceceña, A. E. (2013). Subvertir la modernidad para vivir bien. En R. O. (coord.), *Crisis civilizatorias y superación del capitalismo* (págs. 91-128). México DF: Instituto de Investigaciones Económicas.
- Escobar, A. (2012). Más allá del desarrollo: postdesarrollo y transiciones hacia el pluriverso. *Revista de antropología social*, 23-62.

- Excelsior. (9 de 01 de 2025). *Temperatura del planeta aumentó más de 1.5 grados en los últimos dos años*. Recuperado el 15 de Enero de 2025, de Excelsior: <https://www.excelsior.com.mx/global/temperatura-planeta-aumento-mas-ultimos-dos-anos/1693553>
- Gudynas, E. (2009). Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. *Extractivismo, política y sociedad CAAP y CLAES*, 187-225.
- Gudynas, E. (2012). Estado compensador y nuevos extractivismos. *Nueva Sociedad* No. 237, 128-146.
- Gudynas, E. (2017). Posdesarrollo como herramienta para el análisis crítico del desarrollo. *Estudios críticos del desarrollo Vol. VII No. 12 Primer Semestre 2017*, 193-210.
- Lander, E. (2016). Neoextractivismo. Debates y conflictos en los países con gobiernos progresistas en Suramérica. *Investigaciones Sociales Vol. 20 No. 37*, 207-314.
- Latouche, S. (2009). *Decrecimiento y postdesarrollo. El pensamiento creativo contra la economía del absurdo*. Barcelona: El viejo topo.
- Leff, E. (2008). Decrecimiento o desconstrucción de la economía: hacia un mundo sustentable. *Polis* No. 7, 81-90.
- Mendoza, A. (2024). El posdesarrollo: contribuciones y alcances de una crítica al paradigma del desarrollo. En A. Guillen, M. Meireles, A. Mendoza, & M. Pierre, *Trayectorias y encrucijadas de las teorías del desarrollo en América Latina* (págs. 263-317). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Ramirez-Cendero, J. M. (2017). Límites y contradicciones del postdesarrollismo como inspiración heterodoxa frente al desarrollo capitalista. *Revista de Economía Crítica* No. 24, 20-35.
- Shiva, V. (1988). *Staying alive: Women, ecology and development*. Londres: Zed Books.
- Svampa, M. (2017). *Del cambio de época al fin de ciclo. Gobiernos progresistas, extractivismo y movimientos sociales*. Buenos Aires: Ensayo edhasa.
- Svampa, M. (2017). Populismos latinoamericanos en le fin del ciclo porgresista. *Sin permiso*.
- Svampa, M. (2019). *Las fronteras del neoextractivismo en América Latina*. Alemania: CALAS.
- Veltmeyer, H., & Petras, J. (2015). *El neoextractivismo: ¿un modelo posneoliberal de desarrollo o el imperilismo del siglo XXI?* Ciudad de México: Crítica.
- Wallerstein, I. (1995). ¿El fin de que modernidad? *Sociología* Vol. Año 10, No. 27.

Herramientas de gestión ambiental para el desempeño sustentable del ecoturismo comunitario. Un estudio de caso en la Sierra de Juárez, Oaxaca¹

Sela Yanet Raymundo-Allende²,
Patricia S. Sánchez-Medina³,
Elia María del Carmen Méndez-
García⁴, María del Rosario Reyes
Santiago⁵

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo generar herramientas de gestión ambiental para orientar el desarrollo sustentable de una empresa ecoturística comunitaria. Esto incluyó la identificación y evaluación de aspectos ambientales destacados en el servicio turístico y el establecimiento de un programa de gestión ambiental. Estas he-

rramientas facilitan la implementación de un sistema de gestión ambiental voluntario en la organización. En el aspecto teórico, se profundizó en las etapas de la gestión ambiental de las empresas. Se identificó que es en el paso de la etapa reactiva a la receptiva en donde se implementan los sistemas de gestión ambiental, lo que implica el establecimiento de controles, procedimientos y responsabilidades que les permitan mejorar su desempeño ambiental. Para desarrollar las herramientas de gestión ambiental, se empleó una metodología mixta, en el enfoque cualitativo se utilizó la observación participante y la entrevista; y en el cuantitativo, se evaluaron los impactos ambientales utilizando una fórmula matemática. Los resultados mostraron que los aspectos en los que se requiere más atención son en el agua, suelo, residuos y recursos naturales, por lo que se propone un programa de gestión ambiental que atienda estos aspectos a corto plazo. Los hallazgos contribuyen a la adopción de una metodología de fácil aplicación que encamine a las empresas comunitarias del sector ecoturismo a una gestión ambiental más eficaz y sustentable.

Palabras clave: sistema de gestión ambiental, aspectos ambientales, empresas comunitarias, ecoturismo.

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación "La relación entre la participación de los residentes locales y la contribución ambiental del ecoturismo a través de la percepción de impactos ecológicos y económicos, en destinos ecoturísticos de Oaxaca" en (2024), como requisito para optar al título de Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales del CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca

2 Maestra en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario, Estudiante de Doctorado en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales, Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, México; E-mail: sraymundoa2100@alumno.ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3758-3525>

3 Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales, Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Profesora investigadora, Línea de investigación: Gestión Ambiental Empresarial; E-mail: psanchez@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2949-3374>

4 Doctora en Sociología por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Profesora investigadora, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Líneas de investigación: Sociología comunitaria, memoria colectiva, gobernanza y territorio; E-mail: emendezg@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2256-4731>

5 Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales; Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Posdoctorante de Estancias Posdoctorales por México para la Formación y Consolidación de las y los Investigadores por México CONAHCYT; Oaxaca, México; E-mail: marceyess@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4199-0210>

Environmental management tools for sustainable community ecotourism performance. A case study in the Sierra de Juárez, Oaxaca

Abstract

This study aimed to develop environmental management tools to guide the sustainable development of a community-based ecotourism enterprise. This included the identification and evaluation of key environmental aspects within the tourism service, as well as the establishment of an environmental management program. These tools facilitate the implementation of a voluntary environmental management system within the organization. From a theoretical perspective, the study delved into the stages of environmental management in businesses. It was identified that environmental management systems are typically implemented during the transition from the reactive to the receptive stage. This phase involves the establishment of controls, procedures, and responsibilities that enable organizations to improve their environmental performance. To develop the environmental management tools, a mixed-methods approach was employed. The qualitative component included participant observation and interviews, while the quantitative component involved evaluating environmental impacts using a mathematical formula. The results showed that the areas requiring the most attention are water, soil, waste, and natural resources. Consequently, an environmental management program is proposed to address these issues in the short term.

The findings contribute to the adoption of an easy-to-apply methodology that supports community-based ecotourism enterprises in achieving more effective and sustainable environmental management.

Keywords: environmental management system, environmental aspects, community enterprises, ecotourism.

Introducción

El sector turístico crece rápidamente a nivel mundial, nacional y local. De acuerdo con el Barómetro de ONU Turismo, en los primeros nueve meses de 2024 esta actividad mostró una recuperación del 98% con respecto a las cifras alcanzadas previo a la pandemia por Covid-19. Este porcentaje representa una movilidad estimada de 1,100 millones de turistas internacionales (ONU Turismo, 2025). En ese mismo periodo, México tuvo un incremento del 6.3% respecto al 2023, lo que representó el arribo de 32.6 millones de turistas internacionales (Cadena Política, 2024). En Oaxaca, de enero a agosto de 2024, se tuvo la llegada de 4.1 millones de turistas, lo que indicó un aumento del 10% conforme al mismo lapso en 2023 y un ingreso económico de 15,706 millones de pesos (Secretaría de Turismo Oaxaca, 2025).

Actualmente, las tendencias demuestran que las experiencias de un turismo sostenible, especialmente en actividades ecoturísticas, son algunos de los motivos que impulsan el crecimiento del turismo (Servín, 2023). El ecoturismo es una modalidad de viaje que fomenta el respeto hacia la población local y la conservación del entorno natural (Ceballos-Lascurain, 1998). Si bien el ecoturismo está orientado a generar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en la práctica resulta importante disponer de herramientas que ayuden a minimizar sus impactos sobre el aire, agua, suelo y ecosistema (Buckley, 2012).

Algunas investigaciones evidencian que las organizaciones ecoturísticas realizan acciones en beneficio del medio ambiente. Por ejemplo, Wang et al. (2021) analizan la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en pequeños estados insulares que se dedican al turismo, en sus resultados se evidencia que el sistema actual es deficiente y es necesario proponer una forma más adecuada para la gestión de estos. Burbano et al. (2022), en su investigación en islas Galápagos, señalan que la sostenibilidad en el turismo es una actividad desafiante en especial en el ámbito de la generación y disposición de desechos; y señalan también que es necesaria una gestión ambiental más eficaz para el ecoturismo.

Algunas organizaciones ecoturísticas han implementado buenas prácticas ambientales durante su desempeño. En Chile, en el Parque Nacional Pan de Azúcar, se identificaron acciones favorables relacio-

nadas con el uso de energía solar y eólica, así como la ejecución de un programa de manejo de RSU (González, 2013). En la Ciudad de México, en tres empresas ubicadas en el “Suelo de Conservación”, se ha evidenciado el aprovechamiento adecuado de sus recursos, la minimización del desperdicio y la disminución de emisiones contaminantes (Palomino y López, 2019b). Sin embargo, en ambos casos también se reconocen debilidades empresariales enfocadas a disminuir sus impactos, ya sea en instalaciones, actividades o procesos que desempeñan.

Si bien, los ejemplos de la literatura muestran diferentes avances en la gestión ambiental (GA), estas experiencias corresponden a una etapa reactiva. Una muestra de ello es que, a pesar de que realizan acciones ambientales, no cuentan con un sistema de gestión ambiental (SGA) que las guíe (Roberts y Gehrke, 1996). En la evolución de la gestión ambiental empresarial, implementar un SGA resulta importante por los beneficios económicos, regulatorios y de mercado que las organizaciones pueden alcanzar (Gianni et al., 2017).

Para las grandes firmas, una regulación ambiental implica un esquema coercitivo para la gestión ambiental. Sin embargo, para las pequeñas organizaciones representa una dificultad debido a que sus recursos financieros y humanos suelen ser limitados (Bravi et al., 2020; Granly y Welo, 2014; Struwig y Lillah, 2017).

El presente documento muestra el estudio de caso de una empresa comunitaria

dedicada al ecoturismo en la Sierra de Juárez del estado de Oaxaca. Esta organización ha sido reconocida a nivel internacional por su eficiente manejo ambiental voluntario. Se identifica que actualmente se encuentra en una etapa de gestión ambiental reactiva, y que, para progresar hacia una etapa receptiva, requiere de herramientas que les ayude a identificar y valorar sus impactos ambientales, además de generar un programa de gestión ambiental para mejorar su desempeño organizacional.

El objetivo de este trabajo fue generar herramientas de GA para orientar el desarrollo sustentable de una empresa ecoturística comunitaria. Esto incluye la identificación y evaluación de aspectos ambientales destacados en el servicio turístico y el establecimiento de un programa de gestión ambiental para impulsar la ejecución de un SGA voluntario para dicha organización.

El documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en el apartado 2, que corresponde al marco de referencia, se describe la literatura respecto a las etapas y herramientas de la gestión ambiental. En el apartado 3, se desarrolla la metodología empleada. En el apartado 4, se dan a conocer los aspectos ambientales y la evaluación de impactos asociados de la empresa ecoturística, así como el planteamiento de un programa de gestión ambiental para la misma. Finalmente, en el apartado 5, se muestran las conclusiones.

Marco de referencia

Etapas de la gestión ambiental

La gestión ambiental consiste en una serie de actividades, acciones e instrumentos para garantizar el manejo adecuado de los recursos naturales (Bucheli et al., 2000). A nivel empresarial, la gestión ambiental tiene el objetivo de prevenir la contaminación, aprovechar de manera eficiente y sostenible los recursos utilizados, mejorar la rentabilidad económica, formar una cultura ambiental y reducir los riesgos operacionales, mediante el empleo de herramientas e instrumentos de gestión ambiental (Isaac y Rodríguez, 2012; Paz et al., 2013).

Conforme a su desempeño ambiental, las empresas se pueden encontrar en alguna de las siguientes cinco etapas de gestión ambiental:

- Inactiva: las empresas optan por ignorar su impacto al medio ambiente. Por lo general, no tienen presiones medioambientales particulares impuestas sobre ellas (Roberts y Gehrke, 1996).
- Reactiva: las empresas se ven obligadas a ocuparse de las cuestiones medioambientales, se percatan que tienen presiones ambientales sobre ellas y que esto puede impactar a su negocio (Roberts y Gehrke, 1996). La gestión ambiental cobra importancia solo cuando se enfrentan a problemas ambientales, es entonces cuando asignan algunos recursos para atender el problema, pero de forma fragmentada. En

esta etapa, los empleados que atienden las cuestiones ambientales carecen de capacitación y están dedicados a otras funciones (Potrich et al., 2019).

- **Receptiva:** las empresas creen que la gestión ambiental es una función que vale la pena atender, por lo que desarrollan responsabilidades y controles para minimizar su impacto ambiental. Se caracterizan por tener procedimientos establecidos para la atención a emergencias (Roberts y Gehrke, 1996). Cuentan con un presupuesto asignado para la cuestión ambiental, aunque este es mínimo. Identifican responsabilidades ambientales y las asignan al personal. Proporcionan capacitación para personal clave y supervisan algunos parámetros clave (Potrich et al., 2019).
- **Constructiva:** estas empresas reconocen la gestión ambiental como una función empresarial importante y buscan pronosticar cambios futuros, por ejemplo, en la demanda de los clientes y la legislación. Asimismo, tienen en cuenta las cuestiones medioambientales en su planificación estratégica (Roberts y Gehrke, 1996; Potrich et al., 2019).
- **Proactiva:** las empresas ven al medio ambiente como una prioridad corporativa y como un elemento esencial de su negocio. Las consideraciones medioambientales son una parte inherente de su sistema de gestión y sus procedimientos de gestión ambiental están minuciosamente documentados. Tienen un compromiso real con sus grupos de interés y participan en iniciativas gubernamentales y de la sociedad. Su personal está totalmente comprometido con la política medioambiental y con el desempeño am-

biental continuo (Roberts y Gehrke, 1996), y todas sus áreas cuentan con personal comprometido y capacitado (Potrich et al., 2019).

El desarrollo del sistema de gestión ambiental se ubica entre las etapas reactiva y receptiva de la gestión ambiental e implica la valoración de parámetros ambientales clave, así como la asignación de responsabilidades a los miembros de la organización (Potrich, 2019). Aunque los sistemas formales de gestión ambiental son teóricamente aplicables a todas las organizaciones, la mayoría de ellas lo consideran demasiado difíciles de manejar y con frecuencia demasiado caros (Newbold et al., 1997). Por esta razón, algunas empresas adoptan herramientas para encaminarse hacia un sistema de gestión ambiental informal, es decir, que no les implique llegar a la certificación (*idem*).

Herramientas de gestión ambiental orientadas al turismo comunitario

Identificación y evaluación de impactos ambientales

Mediante la implementación de un SGA es posible que las empresas identifiquen los aspectos ambientales que se derivan de su actividad y los impactos ambientales que estos podrían generar en el medio ambiente. De acuerdo con Vasco (2009), “los aspectos ambientales son aquellas partes resultantes de una actividad, producto o servicio, que pueden repercutir sobre las condiciones naturales del medio ambiente,

danto lugar a alteraciones o modificaciones específicas (impacto ambiental)” (p.3). En ese sentido, para abordar los impactos ambientales, primero es fundamental identificar los aspectos ambientales de la organización y las áreas potenciales de incidencia. La evaluación de impactos ambientales permitirá a la organización establecer objetivos y metas ambientales para actuar sobre aquellos que resulten significativos (Granda, 2012).

Programa de gestión ambiental

Para cumplir con los objetivos y metas ambientales planteados, es necesario establecer un programa de gestión ambiental. Este programa consiste en un documento en el cual la organización detalla los medios con los cuales logrará dichos objetivos y metas (Vasco, 2009), considerando indicadores, actividades, asignación de responsabilidades y el plazo de cumplimiento (Granda, 2012).

Además de los aspectos ambientales significativos, Vasco (2009) sugiere que a la hora de diseñar los objetivos de un programa de gestión ambiental, la organización tome en cuenta su política ambiental, los requisitos legales, las necesidades financieras y la opinión de las partes interesadas. Los objetivos deben ser alcanzables y medibles. Algunas veces requerirán ajustarse, por lo tanto, los programas deben revisarse constantemente. Implementar un programa de gestión ambiental presupone una mayor conciencia de los problemas ambientales y una reducción del impacto ambiental (Granly y Welo, 2014).

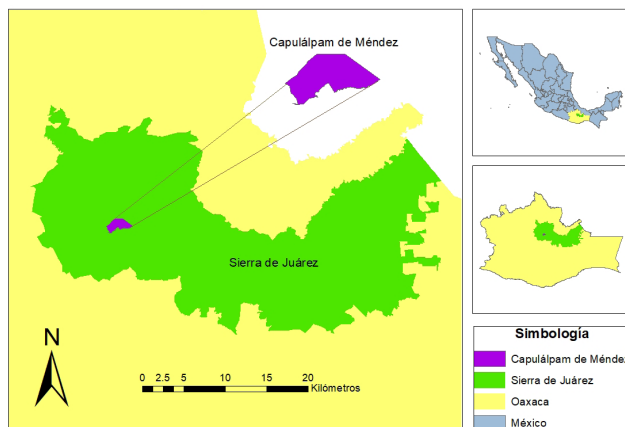
Metodología

Esta investigación se basa en un estudio de caso de una empresa ecoturística comunitaria. Para ello se empleó una metodología mixta. En la parte cualitativa, se aplicó la observación participante y la entrevista para la identificación de aspectos ambientales. En la parte cuantitativa, se evaluaron los impactos ambientales mediante el empleo de una fórmula matemática. Estas acciones permitieron el diseño de un programa de gestión ambiental para una empresa ecoturística comunitaria ubicada en la Sierra de Juárez de Oaxaca, como una herramienta que le permita orientar su desempeño hacia la sustentabilidad ambiental.

Región de estudio

El Estado de Oaxaca, México, se divide en ocho regiones culturales, una de ellas es la Sierra de Juárez (antes Sierra Norte) (Fuente y Ramos, 2013). Esta región es reconocida por su gran biodiversidad y por poseer el bosque mesófilo de montaña más importante y mejor conservado de México (Palomino et al., 2016; Palomino y López, 2019a). Además, cuenta con diversos reconocimientos ambientales, principalmente por su manejo forestal (Fuente y Ramos, 2013). Esta actividad, junto con la riqueza natural y la creación de nuevos nichos productivos dieron origen a proyectos ecoturísticos comunitarios en la región (Fuente y Ramos, 2013; Gasga et al., 2010).

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio



Fuente: elaboración propia a través del programa ArcMap del ArcGis.

Ecoturismo comunitario en Capulálpam de Méndez

Capulálpam de Méndez se ubica en la Sierra de Juárez de Oaxaca. En esta región convergen diversos pueblos indígenas (zapoteca, chinanteca y mixe) con rasgos culturales comunes como: organización social comunitaria, propiedad comunal del territorio, prácticas de democracia directa, servicio comunitario (como cargos y tequio), entre otros (Fuente y Ramos, 2013). Estas características comunitarias han sido retomadas para la operación del ecoturismo mediante la creación de “comités de ecoturismo” que se eligen mediante la asamblea general. Esto quiere decir que la actividad turística funciona bajo el control de la comunidad. Estos comités se encargan de la gestión y operación de las empresas ecoturísticas comunitarias, también de seleccionar al personal laboral, que por lo general son residentes de la comunidad. El

desempeño del Comité se basa en el sistema de cargos que se rota cada uno o dos años (en el caso de Capulálpam cada dos años), mismo que no es remunerado (Rosas-Baños y Correa-Holguín, 2014).

Gracias al patrimonio biocultural de la Sierra de Juárez, desde principios de los años 90 se gestaron proyectos ecoturísticos bajo la modalidad de empresas comunitarias (Fuente y Ramos, 2013; Gasga et al., 2010). En la región actualmente se tiene registro de 10 localidades que desempeñan el ecoturismo bajo esta modalidad (Secretaría de Turismo Oaxaca, 2025), una de estas empresas se encuentra en Capulálpam de Méndez.

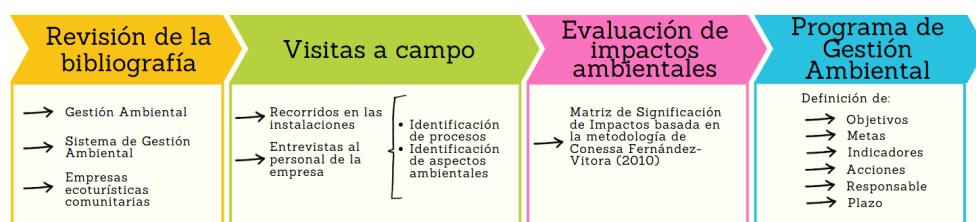
Para fines de este estudio, la empresa comunitaria fue nombrada como “Ecoturismo Capulálpam”. Esta empresa, constituida legalmente como una Sociedad de Producción Rural (SPR) hace más de

20 años, ofrece servicios de hospedaje en cabañas, alimentación, y diversas actividades recreativas en contacto con la naturaleza. Su administración y operación está a cargo del presidente del Comité de Ecoturismo, quien brinda su trabajo por el servicio que debe prestar a su comunidad por un periodo de dos años. La empresa actualmente cuenta con 12 empleados que están de manera permanente y que reciben un sueldo por su trabajo.

Diseño metodológico

El diseño metodológico se desarrolló en cuatro procesos: 1) revisión de la bibliografía, 2) visitas a campo, 3) evaluación de impactos ambientales y 4) elaboración del programa de gestión ambiental.

Figura 2. Diseño metodológico del estudio



Fuente: elaboración propia con base en Vasco (2009), Conessa (2010) y la ISO [International Organization for Standardization] (2015)

Visitas a campo

Consistió en visitas a la empresa ecoturística comunitaria para realizar observación participante mediante recorridos en sus instalaciones y la aplicación de entrevistas al personal que labora en la misma. A partir de estas visitas, fue posible identificar los siguientes aspectos ambientales principalmente en las áreas de incidencia conforme a la miniguía de Vasco (2009): agua (vertido de aguas residuales), suelo, residuos (urbanos), aire, ambiente exterior (ruido y olores) y recursos naturales (consumo de agua, energía y materias primas). Una vez identificados los aspectos ambientales fue posible evaluar sus impactos asociados.

Evaluación de impactos ambientales

Para evaluar los aspectos ambientales, se utilizó la Matriz de Importancia conforme a la “Guía para la Evaluación de Impactos Ambientales” de Conessa (2010). Esta Matriz permite realizar una valoración cualitativa al nivel de una evaluación de impacto ambiental simplificada. Al utilizar esta Matriz es posible establecer la importancia del impacto (I) a cada aspecto ambiental mediante la fórmula $I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$, conforme al valor y las variables consideradas en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables para establecer la importancia del impacto ambiental		
Variable	Clase	Valor
Naturaleza del impacto ($\pm$)	Beneficioso	+
	Perjudicial	-
Intensidad (IN)	Baja	1
	Mediana	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítica	(+4)
Momento (MO)	Largo plazo (>10 años)	1
	Mediano plazo (1-10 años)	2
	Corto plazo (<1 año)	3
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz (<1 año)	1
	Temporal (1-10 años)	2
	Persistente (>10 años)	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo (<1 año)	1
	Mediano plazo (1-10 años)	2
	Irreversible (>10 años)	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (Secundario)	1
	Directo	4
Periodicidad (PR)	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a medio plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

Fuente: Conessa (2010)

Después de realizar la valoración de la Matriz de Importancia, los impactos ambientales se clasificaron conforme a la tabla 2:

Tabla 2. Clasificación de Impactos Ambientales

Rango	Importancia	Significado
< 25	Irrelevante	La afectación es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto.
≥25 <50	Moderado	La afectación no requiere prácticas correctoras o protectoras intensivas.
≥50 <75	Severo	La afectación exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado.
≥ 75	Crítico	La afectación es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. No hay posibilidad de recuperación alguna.

Fuente: Conessa (2010)

Elaboración del programa de gestión ambiental

Una vez realizada la evaluación de impactos ambientales, se retomaron aquellos impactos que resultaron moderados, severos o críticos para establecer objetivos y metas ambientales, que posteriormente fueron incorporados al programa de gestión ambiental. En este programa se plasmaron también las acciones, los responsables y los plazos para lograr dichas metas (Tabla 4). El programa fue elaborado después de analizar los resultados obtenidos en la Matriz de Importancia.

Resultados

La empresa comunitaria “Ecoturismo Capulálpam” considera en su filosofía el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Durante su desempeño, esta empresa ha obtenido algunas certificaciones como: el Distintivo M (por cumplir estándares de calidad del Programa Moderniza Ecoturístico en áreas naturales y estar comprometidos con la sustentabilidad y responsabilidad social), el certificado en Ecoturismo (por cumplir los requisitos de la Norma Mexicana “NMX-

AA-133-SCFI-2013 Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo”, en sus instalaciones y actividades), Punto Limpio (por sus buenas prácticas higiénico-sanitarias) y Buenas Prácticas Acuícolas en la Producción Primaria (en el cultivo de trucha).

A partir de las entrevistas, se identificó que estas certificaciones han servido de guía para la implementación de acciones ambientales y así reducir el impacto ambiental que la empresa podría generar en sus procesos. Sin embargo, ni los procesos, ni las acciones ambientales de la empresa se han identificado ni documentado, ni mucho menos se lleva un registro de los logros alcanzados, ni se elabora una propuesta para generar objetivos sustentables. Además, cabe destacar que dichas certificaciones ya vencieron (las dos primeras hace dos años y las dos últimas recientemente) y no se han renovado debido al desconocimiento para realizar este proceso.

A través de los recorridos y las entrevistas fue posible identificar que la empresa comunitaria cuenta con cinco áreas: una administrativa, una operativa, el área de cabañas, el área de restaurante y un cria-

dero de truchas. En estas áreas se identificaron nueve procesos, 14 actividades y 19 aspectos ambientales. Al evaluar los aspectos ambientales aplicando la fórmula y cri-

terios de Conessa (2010), se identificaron 21 impactos ambientales, de los cuales, 19 fueron negativos y 2 fueron positivos (tabla 3).

Tabla 3. Identificación de aspectos ambientales y evaluación de impactos asociados

Operativa				Limpieza de habitaciones y áreas comunes				Administrativa	Área		
Tratamiento de aguas residuales		Servicio de energía eléctrica						Recepción y traslado de los huéspedes		Proceso	
Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Verificar el correcto funcionamiento de los biodigestores	Dotar de energía eléctrica a todas las instalaciones	Lavado de blancos	Deshierbar áreas verdes		Barrer y limpiar habitaciones, áreas comunes y de trabajo		Registro de los huéspedes	Actividad	
		Generación de aguas residuales	Uso de energía eléctrica	Consumo de agua	Generación de ruido al utilizar la desbrozadora	Uso de gasolina para la desbrozadora	Agas jabonosas con productos químicos de limpieza	Generación de RSU	Traslado de huéspedes	Actividad	
		Generación de aguas residuales	Emissiones de gases de efecto invernadero	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Uso de vehículo a gasolina	Aspecto ambiental
		Posible contaminación del agua	Posible contaminación del suelo	Uso ineficiente del agua	Contaminación auditiva	Contaminación del aire					

Ciudad de truchas			Restaurante				Cabañas			
Alimentación de las truchas	Limpieza de los estanques		Limpieza de cocina y área de comedor				Preparación de alimentos		Alojamiento	
	Lavado de los estanques	Lavado de los estanques	Lavado de trastes		Preparación de alimentos (truchas, totopos, tostadas)		Servicio en habitación y amenidades		Encender la chimenea	
Turbidez del agua	Uso de cal para lavar los estanques	Posible contaminación del agua	Agua jabonosa con productos químicos de limpieza	Agua jabonosa y con grasa provenientes de cocina	Consumo de agua	Generación de aceite quemado	Consumo de agua	Generación de RSU: papeles y envolturas	Quema de leña	
			Contaminación del agua	Contaminación del agua	Posible uso ineficiente del agua	Posible contaminación del agua y del suelo	Posible uso ineficiente del agua	Contaminación del suelo	Emisión de dióxido de carbono	Generación de cenizas
(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	2	1	2	4	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	4	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1
1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1
1	1	1	1	4	2	1	2	2	1	1
17	13	13	34	20	13	20	28	13	13	13
Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Irrelevante
NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO

Fuente: elaboración propia con base en el esquema de Granda (2012) y la fórmula de Conessa (2010).

Los aspectos ambientales relacionados con el agua y el aire estuvieron en función de la contaminación; los del suelo, con la generación de RSU y la contaminación; los del ambiente exterior, con el ruido y los olores, y los recursos naturales, con el consumo de agua y energía. Al evaluar los impactos ambientales, 13 fueron irrelevantes y 8 moderados. Con estos resultados, se definieron los objetivos ambientales que fueron la guía para la integración del programa de gestión ambiental. En dicho programa se contemplaron metas, indicadores, acciones, responsables y plazo para su cumplimiento. En total se establecieron cinco objetivos, nueve metas e indicadores

y 20 acciones alcanzables a corto plazo (tabla 4).

Se cuidó que los objetivos, metas y acciones pudieran lograrse considerando al personal con el que cuenta la empresa. Es decir, que su cumplimiento no dependa de la contratación de nuevo personal, sino más bien, capacitar al que ya se tiene. En las actividades que evidenciaron un impacto ambiental moderado, se propusieron acciones para minimizar dicho impacto. En aquellas donde los impactos resultaron irrelevantes, se propusieron acciones de mejora para que la empresa incremente su desempeño ambiental.

Tabla 4. Programa de gestión ambiental para la empresa ecoturística comunitaria					
Objetivos	Metas	Indicadores	Acciones	Responsable	Plazo
Minimizar la generación de RSU en oficina, área operativa y área de comedor.	Reducir en un 50% la generación de RSU	Kilogramos de residuos sólidos urbanos generados	Realizar compras a granel para evitar la generación de empaques y envases pequeños. Optar por jarras de vidrio con tapa y vasos, para colocar agua en las cabañas. Optar por dispensadores de jabón y shampoo en las cabañas. A través de letreros, sensibilizar a los huéspedes, comensales y empleados en minimizar la generación de residuos.	Presidente del Comité de Ecoturismo	6 meses
	Contar con contenedores con etiqueta para la correcta separación de residuos	Total de contenedores con etiqueta	Diseñar, imprimir y colocar etiquetas para ilustrar la correcta separación de RSU Promover talleres de capacitación, dirigidos al personal, para la correcta separación.	Presidente del Comité de Ecoturismo	6 meses

Verificar de manera constante el correcto funcionamiento de los biodegestores de tratamiento de aguas residuales				Hacer un uso eficiente de la energía eléctrica en todas las instalaciones de la empresa	
Monitorear la calidad del agua que se dispone después del tratamiento.	Mantener desazolvada la trampa de grasas	Para reducir los malos olores, utilizar únicamente productos biodegradables	Contar al 100% con dispositivos ahorradores de energía		
Número de monitoreos de calidad del agua	Número de veces que se limpia la trampa de grasas	Total de productos biodegradables	Total de dispositivos ahorradores de energía		
Tomar muestras del agua que se obtiene después del tratamiento y analizarlo en laboratorio certificado.	Promover capacitaciones para el mantenimiento adecuado del biodegestor y la toma de muestras de agua.	Al realizar compras, verificar que los productos de limpieza sean biodegradables.	Promover talleres de capacitación respecto al tipo de productos de limpieza y cantidades que se deben utilizar para no dañar el funcionamiento del biodegestor.	Colocar, mantener y vigilar el correcto funcionamiento de los dispositivos ahorradores.	Realizar un inventario de todos los dispositivos que requieran adaptarse o reemplazarse (focos, aparatos electrónicos, fotoceldas).
Responsable del área de Mantenimiento	Presidente del Comité de Ecoturismo	Responsable del área de Mantenimiento	Presidente del Comité de Ecoturismo	Responsable del área de Mantenimiento	Presidente del Comité de Ecoturismo
Cada 3 meses	6 meses	Cada mes	Todo el año	Cada mes	3 meses

Realizar composta con los residuos orgánicos generados, incluyendo las cenizas.	Hacer un uso eficiente del agua en todas las instalaciones de la empresa			
Disminuir al 100% los residuos orgánicos generados	Reutilizar las aguas jabonosas que se producen en el área de lavandería	Contar al 100% con dispositivos ahorradores de agua		
Total de kilogramos de residuos orgánicos compostados	Número de litros de agua reutilizados		Total de dispositivos ahorradores de agua	
Colectar todos los residuos que se generan en las distintas áreas de la empresa y llevar al área de compostaje.	Designar y preparar el espacio en donde se llevará a cabo el proceso de compostaje.	Promover capacitaciones para realizar composta.	Utilizar el agua almacenada para lavar pisos y regar áreas verdes.	Adaptar las instalaciones para que las aguas que salen de la lavadora se almacenen en tumbos o tinacos y no se descarguen en el biodigestor.
				Colocar, mantener y vigilar el correcto funcionamiento de los dispositivos ahorradores.
Responsable del área de Mantenimiento		Presidente del Comité de Ecoturismo	Responsable del área de Mantenimiento	Presidente del Comité de Ecoturismo
Diario	4 meses	4 meses	Todo el año	3 meses
				4 meses

Fuente: elaboración propia conforme a los resultados de la Tabla 3 y la miniguía de Vasco (2009).

En el programa de gestión ambiental también se asignaron responsabilidades ambientales con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos ambientales. Estas responsabilidades principal-

mente se manifiestan en los responsables equivalentes a la “alta dirección”, pero, sin dejar fuera a todos los integrantes de la empresa para que actúen en el ámbito de su competencia (tabla 5).

Tabla 5. Estructura y responsabilidad

Responsable	Responsabilidad ambiental
Presidente del Comisariado de Bienes Comunales	Aprueba objetivos, metas y el programa de gestión ambiental. Genera las condiciones y vínculos para favorecer el cumplimiento del programa. Proporciona los recursos necesarios para el óptimo desarrollo y funcionamiento del SGA voluntario.
Presidente del Comité de Ecoturismo	Establece los objetivos y programas ambientales. Define las responsabilidades del personal en materia ambiental. Coordina la efectiva implementación y mantenimiento del SGA voluntario en toda la empresa. Identifica y coordina las necesidades de capacitación del personal. Coordina actividades de educación ambiental al interior de la empresa. Lleva el control de la documentación del SGA voluntario Informa de manera periódica al Comisariado de Bienes comunales sobre el desempeño ambiental. Da seguimiento y promueve la vigencia de los certificados ambientales.
Todos los integrantes de la empresa	Identifican y conocen las fuentes de impacto ambiental de las actividades, productos o servicios. Cumplen con los requerimientos del SGA voluntario. Ayudan en el establecimiento y cumplimiento de los objetivos, metas y procesos ambientales. Identifican y/o sugieren acciones correctivas dentro de su área de trabajo.

Fuente: elaboración propia conforme a la ISO (2015)

Se identifica que la GA en esta organización no se ha actualizado. Cuando las certificaciones ambientales se lograron fue porque la operación de la empresa estaba basada en un modelo de tipo gerencial, es decir, funcionaba bajo la dirección de una persona con conocimientos y preparación en el ámbito administrativo y de gestión ambiental. Sin embargo, la asamblea comunitaria detectó problemáticas en esta forma de estructura, por lo que decidió retomar la operación del ecoturismo con un modelo de tipo tradicional mediante la conformación de un Comité de Ecoturismo. De acuerdo con Fuente y Ramos (2013) la figura organizativa de tipo tradicional tiene sus ventajas, pero, en el ámbito empresarial se observan debilidades para mantener los conocimientos, experiencia y logros alcanzados. Esta situación, además, dificulta la implementación de un SGA, ya que de acuerdo con McKeiver y Gadenne (2005) y Granly y Welo (2014), la competencia personal del directivo de las empresas de menor tamaño es fundamental. Si

se cuenta con gerentes preparados académicamente, es más probable que dentro de una empresa se implemente un SGA.

Finalmente, se ubica a la empresa comunitaria “Ecoturismo Capulálpam” en una etapa reactiva de respuesta ambiental. Por ello, con este programa de gestión ambiental se busca que, a corto plazo, la empresa transite a la etapa receptiva. Si bien desde su filosofía empresarial han priorizado la conservación de sus recursos naturales, incluso han obtenido certificaciones por su gestión y buenas prácticas ambientales, en la praxis se observó que el personal no tenía roles definidos ni habían recibido capacitaciones recientes enfocadas a un mejor desempeño ambiental. Por estas razones, dentro del programa de gestión ambiental se ha considerado la asignación de responsabilidades ambientales, el monitoreo de las actividades y los plazos para su cumplimiento. Además, dentro de las acciones se considera la implementación de capacitaciones con la finalidad de que el personal

cuenta con el conocimiento adecuado para gestionar los impactos ambientales en cada una de sus áreas. El paso siguiente sería que la administración presupueste recursos financieros a fin de garantizar el cumplimiento de las metas ambientales que los lleve a tener una respuesta más proactiva en su gestión ambiental.

Conclusiones

A partir del presente trabajo fue posible la identificación de herramientas ambientales para orientar a la empresa comunitaria “Ecoturismo Capulálpam” hacia la adopción de un SGA voluntario e informal en el sector de ecoturismo. Las herramientas planteadas tienen la intención de ayudar a que esta empresa transite de una etapa reactiva a una etapa receptiva de gestión ambiental en un corto plazo. Si bien la empresa ya realiza una gestión moderada de sus aspectos ambientales, los podría mejorar.

Las empresas comunitarias buscan el beneficio común y suelen ser conscientes del cuidado de los recursos naturales, por esta razón la implementación de un programa de gestión ambiental es viable en este tipo de organizaciones y los objetivos orientados hacia la sustentabilidad pueden funcionar. Además, las asambleas comunitarias son el grupo de interés que mayormente ejerce una presión de responsabilidad ambiental sobre las empresas de este tipo. Por lo que las herramientas de un SGA serían una respuesta eficaz para mantener el equilibrio entre el medio ambiente y las actividades empresariales.

Se reflexiona que una empresa comunitaria administrada bajo el modelo de tipo gerencial ayuda a avanzar en la gestión ambiental organizacional. Sin embargo, en el caso de Capulálpam, este esquema generó descontentos en la comunidad, por lo que la asamblea general decidió retomar su organización comunitaria para el desempeño del ecoturismo. El problema que se observa en este esquema tradicional es que la curva de aprendizaje se repite, lo que ralentiza los procesos de desarrollo empresarial. Por lo tanto, estas herramientas de gestión ambiental sistematizadas son un recurso que la academia puede ofrecer a las comunidades como una forma de retribución social.

Si bien este documento pretende ser el antecedente para que las empresas comunitarias relacionadas con el ecoturismo cuenten con una guía metodológica que los encamine hacia un mejor desempeño ambiental, es importante reconocer que esta investigación se basó únicamente en un estudio de caso. En este sentido, sería recomendable que futuras investigaciones profundicen en las herramientas que las empresas ecoturísticas comunitarias de la región de estudio utilizan o pueden utilizar para la adopción de un SGA voluntario.

Referencias bibliográficas

- Bravi, L., Santos, G., Pagano, A., y Murmura, F. (2020). Environmental management system according to ISO 14001:2015 as a driver to sustainable development. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(6),

- 2599–2614. <https://doi.org/10.1002/csr.1985> Bucheli, F., Coronel, I., Idrovo, E., y Espinoza, A. (2000). Manual de gestión ambiental. Ilustre Municipalidad de Cuenca.
- Buckley, R. (2012). Sustainable tourism: Research and reality. *Annals of Tourism Research*, 39(2), 528–546. <https://doi.org/10.1016/J.ANNALS.2012.02.003>
- Burbano, D. V., Valdivieso, J. C., Izurieta, J. C., Meredith, T. C., y Ferri, D. Q. (2022). “Rethink and reset” tourism in the Galapagos Islands: Stakeholders’ views on the sustainability of tourism development. *Annals of Tourism Research Empirical Insights*, 3(2), 1-12. <https://doi.org/10.1016/J.ANNALE.2022.100057>
- Cadena Política. (11 de noviembre de 2024). *México alcanza cifra récord en turismo y crecimiento de ingresos en 2024*. <https://cadenapolitica.com/2024/11/11/mexico-alcanza-cifra-record-en-turismo-y-crecimiento-de-ingresos-en-2024/>.
- Ceballos-Lascurain, H. (1998). *Ecoturismo: naturaleza y desarrollo sostenible*. Editorial Diana.
- Conessa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Fuente, M. E., y Ramos, M. F. (2013). El ecoturismo comunitario en la Sierra Juárez-Oaxaca, México: entre el patrimonio y la mercancía. *Otra Economía*, 7(12). <https://doi.org/10.4013/otra.2013.712.04>
- Gasga, J., López, G., Palomino, B., y Mathus, M. (2010). Empresas y organizaciones comunitarias en la Sierra Norte de Oaxaca. En J. Gasga, G., López, B., Palomino, y M., Mathus (Eds.), *La gestión comunitaria de recursos naturales y ecoturísticos en la Sierra Norte de Oaxaca* (1ª ed., pp. 45–76). UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas: Academia Mexicana de Investigación Turística.
- Gianni, M., Gotzamani, K., & Tsiotras, G. (2017). Multiple perspectives on integrated management systems and corporate sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1297–1311. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.09.061>
- González, M. R. (2013). Formulación conceptual y buenas prácticas de turismo sustentable: caso de las zonas costeras. *FACISA ON-LINE. Barra do Garças*, 02(2), 1–13.
- Granda, S. M. (2012). Diseño de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001: 2004 para el Batallón de Transportes Chasquis, perteneciente al Comando Logístico Reino de Quito del Ejército Ecuatoriano [Bachelor’s Thesis]. SANGOLQUÍ/ESPE.
- Granly, B. M., y Welø, T. (2014). EMS and sustainability: experiences with ISO 14001 and Eco-Lighthouse in Norwegian metal processing SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 64, 194–204. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2013.08.007>

- Isaac, C., y Rodríguez, R. (2012). *Manual de Gestión Ambiental organizacional*. CU-JAE.
- ISO [International Organization for Standardization]. (10 de diciembre de 2024). *ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso*. <https://www.iso.org/es/norma/14001>
- McKeiver, C., y Gadenne, D. (2005). Environmental management systems in small and medium businesses. *International Small Business Journal*, 23(5), 513–537. <https://doi.org/10.1177/0266242605055910>
- Newbold, M. J., Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Finch, J., Kaho, T. M., Skinner, J. A., y Bardon, K. (1997). Options for informal environmental management: the agricultural industry highlighted. *Eco-Management and Auditing*, 4, 22–27. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0925\(199703\)4:1<22::AID-EMA55>3.0.CO;2-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0925(199703)4:1<22::AID-EMA55>3.0.CO;2-9)
- ONU Turismo. (4 de enero de 2025). *Últimos datos sobre turismo. Barómetro ONU Turismo*. <https://www.unwto.org/es/barometro-del-turismo-mundial-de-onu-turismo>.
- Palomino, B., Gasga, J., y López, G. (2016). El turismo comunitario en la Sierra Norte de Oaxaca: perspectiva desde las instituciones y la gobernanza en territorios indígenas. *El Periplo Sustentable*, 30, 6–37. <http://rperiplo.uaemex.mx/>
- Palomino, B., y López, G. (2019a). Relaciones del turismo de naturaleza, la comunidad y la resiliencia en la Sierra Norte de Oaxaca, México. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 17(6), 1205–1216. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2019.17.083>
- Palomino, B., y López, G. (2019b). Social responsibility of ecotourism, normative and public policy companies in Mexico City. *Jurídicas CUC*, 15(1), 353–382. <https://doi.org/10.17981/jurid-cuc.15.1.2019.14>
- Paz, Y., Sao, M. E., y Bauzá, I. (2013). Criterios generales de la gestión ambiental en Cuba. *Caribeña de Ciencias Sociales*, 1–15. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2013/02/gestion-ambiental-cuba.html>
- Potrich, L., Cortimiglia, M. N., y de Medeiros, J. F. (2019). A systematic literature review on firm-level proactive environmental management. *Journal of Environmental Management*, 243, 273–286. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.110>
- Roberts, L., y Gehrke, T. (1996). Linkages between best practice in business and good environmental performance by companies. *Journal of Cleaner Production*, 4(3), 189–202. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(96\)00039-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0959-6526(96)00039-X)
- Rosas-Baños, M., y Correa-Holguín, D. A. (2014). El ecoturismo de sierra norte,

- Oaxaca desde la comunalidad y la economía solidaria. *ASyD*, 13(4), 565–584. <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v13n4/1870-5472-asd-13-04-00565.pdf>
- Secretaría de Turismo Oaxaca. (4 de enero de 2025a). *Boletín de Indicadores de la Actividad Turística. Enero-Agosto 2024*. <https://www.oaxaca.gob.mx/sectur/wp-content/uploads/sites/65/2024/10/1.-Indicadores-de-la-Actividad-Turistica-2024-enero-Agosto.pdf>
- Secretaría de Turismo Oaxaca. (4 de enero de 2025b). *Indicadores de la actividad turística 2019 Enero - Diciembre. Resumen de Indicadores de Turismo de Naturaleza 2019*. <https://www.oaxaca.gob.mx/sectur/wp-content/uploads/sites/65/2020/01/Informe-estadistico-2019-enero-diciembre.pdf>
- Servín, A. (23 de enero de 2023). Ecoturismo, una tendencia vacacional. *El economista*. <https://www.economista.com.mx/los-especiales/Ecoturismo-una-tendencia-vacacional-20230117-0088.html>
- Struwig, F. W., y Lillah, R. (2017). South African small and medium-sized enterprise owners' intention to implement an environmental management system. *The Southern African Journal of Entrepreneurship and Small Business Management*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.4102/sajesbm.v9i1.104>
- Vasco, G. (2009). *Identificación y evaluación de aspectos ambientales: mini guía de un taller*. Eusko Jaurilaritza. Ihobe.
- Wang, K. C. M., Lee, K. E., y Mokhtar, M. (2021). Solid waste management in small tourism islands: An evolutionary governance approach. *Sustainability*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/su13115896>

Innovación gubernamental y sustentabilidad urbana: el Estado frente a tensiones y desigualdades urbanas¹

Mario E. Sánchez López², Patricia S. Sánchez-Medina³, Manuel Chávez Ángeles⁴.

Resumen

Las tensiones y desigualdades ya presentes en las ciudades latinoamericanas se combinan con influencias externas, par-

ticularmente las originadas por la cuarta revolución industrial y el cambio climático para producir escenarios de discontinuidad espacial, segregación social y deterioro ambiental. Al mismo tiempo, los gobiernos locales deben hacer frente a esos escenarios con un margen de acción reducido por la falta de legitimidad, un espacio fiscal mínimo y las presiones propias del sistema político nacional. Ante esta disyuntiva, se explora cuáles son alternativas de las que dispone el sector público para mejorar su relación con la ciudadanía, elevar la eficacia de sus respuestas a las demandas sociales y establecer una ruta que rompa el proceso histórico de producción y reproducción de desigualdades urbanas.

Palabras clave: sustentabilidad urbana, innovación gubernamental, desigualdades.

1 Escrito original, derivado del proyecto de investigación "Multidimensional inequalities in the city of Oaxaca: a system for the aggregation of data to evaluate sustainability in urban mobility" (2022-2026), requisito para optar al grado de Doctor en Ciencias por el Instituto Politécnico Nacional.

2 Maestro en Ciencias; Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Estudiante de doctorado, Línea de investigación: Gestión Ambiental Empresarial; E-mail: msanchezl2000@alumno.ipn.mx ORCID: orcid.org/0000-0003-3803-5893.

3 Doctora en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales; Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Profesora investigadora, Línea de investigación: Gestión Ambiental Empresarial; E-mail: psanchez@ipn.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2949-3374>

4 Doctor en Ciencias por el IPN; Docente de la Universidad Intercultural de Baja California, San Quintín y profesor visitante en el CIIDIR-IPN unidad Oaxaca; director general del Observatorio de la Biodiversidad y el Cambio Climático (OBCC). San Quintín, BC, México. E-mail: chavez.manuel@uibc.edu.mx, ORCID: orcid.org/0000-0002-4287-6532

Government Innovation and Urban Sustainability: The State in the Face of Urban Tensions and Inequalities

Abstract

The tensions and inequalities already present in Latin American cities combine

with external influences, particularly those caused by the fourth industrial revolution and climate change, to produce scenarios of spatial discontinuity, social segregation

and environmental deterioration. At the same time, local governments must face these scenarios with a limited scope for action due to a lack of legitimacy, minimal fiscal space and the pressures inherent to the national political system. Faced with this dilemma, the present text explores the alternatives available to the public sector to improve its relationship with citizens, increase the effectiveness of its responses to social demands and establish a route that breaks the historical process of production and reproduction of urban inequalities.

Keywords: urban sustainability, public-sector innovation, inequality.

Introducción

De acuerdo con el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (AR5), los riesgos e impactos derivados del deterioro ambiental que se esperan sobre las ciudades en los próximos años incluirán, además de los impactos climáticos directos, otros asociados a los perfiles regionales específicos de cada urbanización (Dodman, et al., 2022). Entre ellos, los que resulten de los cambios demográficos y la reorganización espacial por exposición y vulnerabilidad al cambio climático. Estos riesgos se suman a las tensiones, ya existentes, provenientes de una economía basada en el consumo y los servicios, los procesos de reorganización social relacionados con el comercio global (CEPAL, 2017), además de los impactos de fenómenos locales, como las pugnas por controlar los núcleos de acti-

vidad económica y los espacios habitables en las ciudades (Berking, 2006).

Lo que este texto pretende es llevar la atención no a los orígenes de las tensiones urbanas, que pueden ser –según se menciona antes– endógenos o de naturaleza foránea; sino a tratar de entender cuáles son esas dinámicas de tensión y conflicto, cuáles son los elementos del sistema urbano que confluyen en ellas y qué entidades y mecanismos de la sociedad contribuyen a resolverlas.

La presente discusión se organiza alrededor de la siguiente pregunta: ¿Cuál debe ser la ruta de innovación para las ciudades de América Latina frente a las tensiones históricas internas y los desafíos que se presentan de la mano con el cambio climático?, se pretende abarcar ampliamente las dinámicas de tensión y desigualdad en las ciudades, y también las posibilidades de acción de los actores involucrados en su solución.

Las tensiones y desigualdades urbanas

Los diferentes grupos que se disputan la primacía de los espacios urbanos recurren a sus respectivos recursos económicos y políticos para tratar de avanzar sus posiciones de poder e influenciar el tipo de desarrollo que se produce en las ciudades.

Estas tensiones son evidentes en la forma que adquieren las ciudades, con dos modelos claramente identificados en los

estudios urbanos: uno es la ciudad densa, integrada y conectada, y el otro es el de la ciudad extendida, interrumpida y segregada.

Al intentar esclarecer los efectos de las desigualdades sociales sobre las tensiones y conflictos urbanos, Manderscheid (2009) explica que las desigualdades urbanas tienen implicaciones en las prácticas diarias de las personas, quienes buscan tener acceso a mercados, redes sociales, relaciones y recursos específicos que se encuentran distribuidos espacialmente en las ciudades, que son controlados por alguna de las élites locales, y que además, son necesarios para la obtención de otros recursos con los que se puede participar en la economía global, entre ellos como el conocimiento, el desarrollo de habilidades y el capital económico

En suma, las personas organizan su vida diaria en función de la distribución de oportunidades espacio urbano, y, al tratar de mejorar sus opciones de conectividad con las redes de recursos, refuerzan la estructura espacial dominante. La implicación es que transitar de un modelo de ciudad a otro, requiere de esfuerzos colectivos mayoritarios.

Aunque los factores que inciden en el desarrollo de uno u otro modelo urbano son múltiples, los gobiernos locales siguen teniendo un rol central como administradores del espacio, orientadores de las dinámicas locales y mediadores de las tensiones intergrupales. La capacidad que tienen los gobiernos locales para implementar solu-

ciones novedosas a las demandas de los ciudadanos resulta determinante para un desarrollo urbano armónico.

Orígenes de las tensiones y desigualdades urbanas en el siglo 21

Según Alan Ehrenhalt (2012), durante el siglo 21 se ha dado un proceso de retorno de actividad corporativa, comercial y de entretenimiento a las ciudades centrales de las metrópolis de Estados Unidos y de otros países. Esta “gran inversión”, contrasta con el proceso histórico de despoblamiento de los centros históricos por parte de las clases acomodadas durante la mitad del siglo 20, también conocido como *white flight*, que propició el poblamiento (y encajamiento) de los espacios periféricos de las antiguas capitales y el empobrecimiento de los viejos barrios centrales, dando lugar a discontinuidades socio-espaciales, gracias a las cuales, los grupos de personas en desventaja quedaban desconectadas de las redes de oportunidades económicas y políticas que suelen concentrarse en las ciudades (Rusk, 1993). De acuerdo con la hipótesis de la “gran inversión”, el regreso de los grupos de altos ingresos a los centros históricos propicia el surgimiento de zonas atractivas para la vida corporativa, el turismo y la construcción de viviendas de alta plusvalía; al mismo tiempo que se excluye paulatinamente a los habitantes originales de las nuevas amenidades (Ehrenhalt, 2012).

De acuerdo con Nijman y Wei (2020), las desigualdades urbanas contemporá-

neas son, en esencia, resultado de la reorganización de los modos de producción y, consecuentemente, de las relaciones laborales. Estos autores denominan al fenómeno como bifurcación económica, y lo caracterizan como una organización del mercado laboral en, por un lado, especialistas en las áreas financieras, contables y las relacionadas a la economía digital, que tienen sueldos altos y, por el otro, con empleos de tipo administrativo, aglutinados en los sectores de comercio y servicios que suelen ser poco cualificados y mal remunerados.

Estas dos primeras explicaciones sitúan a las desigualdades en las ciudades contemporáneas como parte de dinámicas de polarización del territorio y de desarticulación del espacio, donde el potencial de los actores urbanos para crear valor —entendido en los términos de la economía globalizada— determina su conectividad con las redes locales y globales de poder, y con ello, su capacidad para incidir en el devenir de sus comunidades.

Para Mercedes González de la Rocha (2006), los criterios de desarrollo contemporáneos “muestran una capacidad limitada de atender las necesidades de los trabajadores con bajos niveles educacionales y de habilidad”, y agrega que, en México, las políticas neoliberales han beneficiado a los trabajadores técnicos y educados, reestructurando el proceso productivo y en turno, introduciendo cambios a las estructuras de los hogares y a los sistemas de reproducción familiar. En resumen, lo que las políticas macroeconómicas crearon en las ciudades mexicanas desde 1990 fue-

ron nichos ocupacionales —precarizados— abiertos a personas solteras con educación secundaria, al tiempo que se excluyó a amplios sectores de la población que no tenían acceso a esos empleos. Mientras que las familias han estado sujetas a la incertidumbre provocada por los vaivenes de la economía internacional.

Estas dinámicas de reorganización productiva y reestructura social, con sus consecuencias en la desigualdad urbana han sido observadas en otras ciudades de América Latina (Feijoó, 1991; Ribeiro, 1999). Notando que, ante empleos precarios, los trabajadores optan por integrarse a actividades informales, muchas de las cuales se realizan en el espacio público (Barrig, 1993), lo que conduce a nuevas tensiones con otros actores urbanos, por ejemplo, con las clases medias y las autoridades locales (Donovan, 2008). Los actores en informalidad terminan gestionando esas tensiones por medio de mecanismos informales de regulación (Vargas Falla, & Valencia, 2019), mientras que, entre el resto de los actores urbanos, pueden surgir ciertos discursos que justifiquen la segregación social y reproduzcan la desigualdad urbana (Cosacov, & Perelman, 2015).

Las dinámicas urbanas en medio de la desigualdad

Reardon y Bischoff (2011) presentaron, en su estudio sobre segregación residencial, los tres mecanismos en que la diferencia de ingresos puede llevar a la segregación espacial de las ciudades: la influencia del ingreso sobre la preferencia

de características socioeconómicas en los vecinos, sobre la preferencia de características de los vecinos correlacionadas con su nivel de ingreso y sobre la preferencia de bienes públicos locales. Además, de que la diferencia de ingresos es responsable por un aspecto específico de segregación: la separación estructural de los barrios de familias ricas de los de las más pobres. En otras palabras, mostraron que el diferencial de ingreso es capaz de separar a la ciudad en barrios ricos y barrios pobres, pero genera segregación al nivel de los vecindarios y localidades que la constituyen.

De acuerdo con Nijman y Wei (2020), la desigualdad intraurbana “es fundamental para la desigualdad urbana multidimensional y a menudo refuerza el grado de otras dimensiones de la desigualdad”. Esto quiere decir que las desigualdades presentes en los espacios urbanos, por ejemplo, las etnoraciales, educativas, digitales, de salud, alimentarias, de movilidad, y los varios tipos de injusticias ambientales, como el acceso inequitativo a agua, aire, y espacios naturales de buena calidad se acumulan y van correlacionadas y, que, como ha argumentado Lucas Chancel (2020), al interrelacionarse, las manifestaciones de la desigualdad social resultan en un ciclo vicioso de desigualdades ambientales, políticas y económicas que se refuerzan unas a otras.

Además, si tenemos en cuenta que, según Addas (2023), la ciudadanía suele quedar excluida de los procesos de planificación y modernización de las ciudades, incluso en los países desarrollados, y que esta exclusión es particularmente fuerte

entre los habitantes de orígenes humildes, la presión generada por las desigualdades urbanas se vuelve un problema de urgente atención.

Y es que, la falta de atención a ciertos grupos durante la implementación de proyectos municipales termina por profundizar las brechas ya existentes entre los residentes. Sobre todo, cuando se da prioridad a la construcción y la adaptación de espacios urbanos, pero la integración de todas las personas a la nueva ciudad se relega al largo plazo.

De acuerdo con la investigación sobre movilidad urbana y ciudad sustentable de Escudero (2017), la llegada del automóvil de forma masiva a las ciudades durante el siglo 20 introdujo cambios en la morfología de las ciudades y en la forma en cómo las personas conciben los espacios urbanos. Esto dio lugar a dos modelos de estructuración urbana que obedecen a valores e ideologías distintas: la ciudad densa y la ciudad extendida. El modelo de ciudad densa intenta compactar e integrar las funciones del espacio: las viviendas, comercios, sitios de esparcimiento y de trabajo se concentran, y son acompañadas por redes de transporte público eficiente que da prioridad a los desplazamientos a pie, multiplicando las posibilidades de interacción cara a cara entre las personas.

Antes de la aplicación de las ideas de la Modernidad al desarrollo de las formas urbanas y de la aparición del automóvil, el espacio urbano se definía principalmente como un lugar de encuentro y de despla-

zamiento a pie. [...] Según este enfoque, la ciudad estaba compuesta principalmente por Espacios-Lugar. [...] La frecuentación de un lugar por las personas y las relaciones sociales que se inscriben en él lo transforman en un espacio familiar y reconocible, que produce una apropiación del lugar, otorgándole un valor de uso y de identidad. (Escudero, 2017, p. 32).

Uno de los ejemplos recientes de la implementación del modelo de ciudad densa está en Nantes, una ciudad costera de 300 mil habitantes, situada en el poniente de Francia. A lo largo de 30 años, en Nantes se han instituido políticas públicas para insertarla en la economía digital, sin dejar de cuidar el medio ambiente y poner atención a la igualdad social. Justificando sus políticas de vivienda en reformas legales de los años 2000 y 2014, la ciudad ha dispuesto de una estrategia de integración social basada en la densificación habitacional de los espacios urbanos, requiriendo que los proyectos residenciales nuevos incluyan por lo menos el 33% de vivienda social y 24% de vivienda asequible, además de reintroducir líneas de tranvías que conecten a los barrios tradicionales con los nuevos y con nuevas amenidades urbanas, como parques y proyectos de *ecologización* de infraestructuras (Baró, & Anguelovski, 2022).

Al otro lado del Atlántico, en el estado de Paraná, Brasil, se ubica Curitiba, una ciudad de 1 millón 700 mil habitantes que es referida como un modelo de ciudad sustentable y que posee un sistema de transporte público muy extendido y eficiente.

Aunque las políticas de densificación urbana, desarrollo orientado al transporte y ecologización del espacio se han venido diseñando en Curitiba desde 1953, con el establecimiento de la *Assessoria de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba* (después Instituto, IPPUC) (do Carmo, 2018), su progresiva implementación ha sido más bien el resultado de estrategias para hacer un uso eficiente de los recursos municipales ideadas por políticos como Ney Braga, Ivo Arzua y Jaime Lerner (Irish, 2023). A pesar de tales esfuerzos, estudios recientes demuestran que las políticas de desarrollo de Curitiba tienen resultados limitados en términos de limitar la expansión de la mancha urbana y reducir la segregación social (Turbay, et al., 2024).

Por el contrario, el modelo de ciudad extendida hace referencia a un patrón de urbanización del espacio donde la ciudad tradicional se extiende más allá de sus fronteras, absorbiendo áreas suburbanas, peri-urbanas y rurales para formar un sistema mixto donde predominan las funciones de tipo urbano. Este tipo de urbanizaciones suelen poseer varios nodos de actividad económica interconectados por infraestructuras de transporte terrestre. A diferencia de la ciudad compacta, la ciudad extendida consume grandes superficies de suelo y de recursos naturales, además de que incentiva el comportamiento individualista, lo que se refleja en la segregación espacial de las zonas de vivienda según su valor de mercado, alta demanda de infraestructura vial para satisfacer las necesidades del transporte privado y fragmentación de la toma de decisiones sobre

temas metropolitanos, a lo largo de los diferentes tramos político-administrativos que la conforman.

Casi todas las grandes capitales latinoamericanas pueden considerarse ejemplos de la mala ejecución del modelo de ciudad extendida. Alguno de los problemas asociados a ellas son una expansión masiva hacia municipalidades alejadas de los núcleos de actividad, provocando con ello, degradación ambiental y, en lo social, la expulsión de las clases marginadas a zonas habitacionales informales donde se exponen a altos niveles de riesgo; además de que se sobreexplotan algunos recursos naturales como el agua y el aire, o humanos, como la salud de las personas, quienes deben invertir su energía para superar los escenarios de pobreza de conectividad espacial y de encuentro social.

Luego de revisar las condiciones de Santiago, Ciudad de México y Lima, en tanto que ejemplos débiles del modelo de ciudades extendidas, un grupo de investigadores de la Universidad de Sevilla hallaron que las tres ciudades comparten ciertas características comunes: las tres son puntos clave de una red global de recursos humanos, de información y de capital, además de que enfrentan fuertes presiones por parte de las clases populares para dotarles de formas y servicios urbanos, y que, esto ha derivado en fuertes componentes de informalidad en todas las funciones de las tres ciudades. Uno de sus hallazgos es que la desigualdad social puede ser observada como formas de segregación residencial en las tres urbes, y que estas representan

las transformaciones que han sufrido sus respectivas estructuras territoriales. Los autores concluyen que “las orientaciones que se derivan del compromiso por la modernización ecológica y la gobernanza neoliberal no parecen tener la capacidad de atacar muchas de las dinámicas observables de degradación ambiental que son objeto de las políticas públicas más ambiciosas” (Coq-Huelva, & Asián-Chaves, 2019). Además de las capitales ya citadas, también Sao Paulo (de Ferrari, et al., 2024), Buenos Aires (Jogefalk, & Kallifatides 2022). y Asunción (Rossignoli, et al., 2023) son casos de estudio recientes de metrópolis afectadas por las problemáticas de la ciudad extendida.

Algunas formas en cómo se expresan las tensiones espaciales en las ciudades mexicanas son la *turistificación*, es decir, la introducción en las ciudades de intereses comerciales que se apropian del patrimonio histórico urbano y modifican las dinámicas territoriales, afectando negativamente a los habitantes originarios. Este fenómeno se ha observado en ciudades como Oaxaca (García Servín, 2024), San Miguel de Allende (Navarrete, 2022) y barrios como la colonia Condesa en la Ciudad de México. Asimismo, se tienen evidencias del proceso de segregación socioespacial (la concentración de grupos humanos de acuerdo con su estrato social en espacios diferenciados y separados de las ciudades) en Aguascalientes (Camacho & Guzmán, 2023), luego de su inserción a la economía global como centro de producción automotriz y electrónica.

Innovación gubernamental

Aunque el concepto de innovación ha estado presente en la administración pública desde los años sesenta, bajo una premisa fundamental de que se trata de la adopción de ideas nuevas para generar mayores beneficios a la sociedad, el foco actual de la innovación en el sector público se centra sobre aquellos procesos que muestran cómo los servidores públicos mejoran sus capacidades para trabajar con la ciudadanía, de manera abierta y transparente, para la co-creación de nuevas oportunidades de desarrollo. Bason (2018) identifica, en la última década, cuatro áreas de interés de la innovación como generadora de soluciones societales: un cambio hacia la renovación sistemática del sector público, un cambio hacia el fortalecimiento de las capacidades gubernamentales, un cambio hacia procesos de co-creación y co-diseño con la gente y, un cambio desde la administración de los recursos públicos hacia el liderazgo valiente de las organizaciones públicas.

Respecto de los gobiernos de las ciudades, la tendencia reciente ha sido en mejorar la gobernanza local a través del establecimiento de laboratorios de vida, experimentos urbanos, y distritos y plataformas de innovación municipal. Este tipo de proyectos tiene como objetivo reforzar la colaboración entre los proveedores y los usuarios de los servicios públicos mediante esquemas de co-producción o de co-creación (Eneqvist, et al., 2022).

La co-creación promueve la creación de valor por medio de la interacción de diver-

sos grupos de interés (*stakeholders*) en el proceso de comprensión de un problema complejo y en la formulación de sus distintas alternativas de solución; mientras que el co-diseño describe la colaboración activa entre los *stakeholders* para solucionar una problemática cuyas especificidades ya fueron analizadas previamente (usualmente por grupos de especialistas); por último, la co-producción busca que los grupos de *stakeholders* seleccionen –mediante acuerdos– las estrategias de solución para problemas previamente acordados, enfocándose en hacer más eficiente el uso de los recursos, y, al mismo tiempo, lograr mejores resultados (Vargas, et al., 2022).

Tipos de innovación gubernamental

Con base en los lineamientos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico previstos en el Manual de Oslo, la innovación gubernamental se ha categorizado en 3 tipos:

1. Innovaciones basadas en productos, que consisten en proveer a la ciudadanía de nuevos productos, mejorar la calidad de los ya existentes o en cambiar la forma en cómo estos se distribuyen entre sus usuarios. Algunos autores, usan términos como servicios o programas públicos, para tratar de ser más incluyentes. Al final, se trata de mecanismos para satisfacer las necesidades de la sociedad por medio de la producción con recursos públicos.
2. Innovaciones basadas en procesos. Este tipo se refiere a los cambios rea-

lizados a los procesos de generación de bienes y servicios públicos, sea en la operación interna o externa de las entidades encargadas de producirlos. Muchas de estas innovaciones son adaptadas de mejoras en el sector privado, por ejemplo, la estandarización de procesos y la mejora de la calidad. Algunos autores las denominan mejoras de posición, bajo el supuesto que tales cambios requieren de una reorganización de los puestos y tareas de las organizaciones productoras.

3. Innovaciones relacionadas con la gobernanza. Son cambios que modifican el proceso de toma de decisiones en el servicio público. Las innovaciones de gobernanza buscan redistribuir los derechos y obligaciones de las partes involucradas en la provisión de bienes y servicios, agregando elementos de vigilancia y rendición de cuentas en la secuencia de atención, de manera que haya mayor fluidez en las interacciones gobierno-sociedad, y que las respuestas colectivas a nuevos problemas sean rápidas y certeras.

Además, algunos autores mencionan a las innovaciones conceptuales (Elena & Mercado, 2019) o innovaciones *retóricas* (Hartley, 2005), haciendo referencia a cambios en la cultura y en los valores tanto de la organización como de la ciudadanía, de forma que sea posible activar mecanismos ideológicos que provoquen cambios de visión entre los actores gubernamentales, y se desarrollen mayores innovaciones. Este tipo de innovación puede verse como la integración de los tres tipos de inno-

vación mencionados con anterioridad, o como la instauración de una cultura de la innovación mucho más amplia.

Además de tener presente cuál es el tipo de innovación requerida, según la mejora deseada, es importante tomar en cuenta la magnitud de los cambios, ya que “las innovaciones evolutivas difieren de las radicales respecto del tipo de estrategias que las organizaciones requieren para gestionarlas” (Ettlie, 2006), siendo las de carácter evolutivo (incremental) las más utilizadas.

Bondades de la innovación gubernamental

De acuerdo con Elena y Mercado (2019), la innovación en el sector público tiene un valor “totalmente positivo”, ya que vincula los procesos de reforma gubernamental con “ingredientes de la práctica empresarial”, generando expectativas favorables respecto del sector público frente a la cuarta revolución industrial.

La implementación de estrategias o productos innovadores desde los gobiernos locales tiene por objeto mejorar el nivel de provisión de los servicios públicos, elevar la satisfacción de los ciudadanos con sus gobiernos locales o aumentar la eficiencia de las entidades públicas locales. Estos aspectos, cuando son evaluados, pueden mostrar comportamientos favorables o mixtos, pero, un aspecto que generalmente muestra mejoras es el aumento en el nivel de legitimidad de los gobiernos cuando estos realizan reformas novedosas, ya que la innovación pública “representa un rom-

pimiento con el pasado, en un intento de reconciliar valores que van más allá de lo económico” (Bekkers, et al., 2011).

La revisión de DeVries y sus colegas sobre innovación en el sector público mostró que los procesos de innovación, aunque tienden a ser evaluados sobre la base de su eficiencia y efectividad, tienen efectos de complementariedad con otras medidas y, con el paso del tiempo, pueden dar lugar a cambios positivos que favorecen la oferta de servicios públicos (De Vries, et al., 2016), sin embargo, al revisar la relación entre los efectos de corto y largo plazo derivados de implementar métodos de mejora de la calidad, Bourke y Roper (2017) hallaron que los procesos de innovación pueden causar interrupciones en el corto plazo antes de lograr desarrollar los beneficios en el largo plazo.

Desafíos que enfrentan los gobiernos al momento de innovar

Los gobiernos locales se encuentran en una encrucijada frente a los retos que suponen la atención a los efectos del comercio global, el cambio climático y las tensiones endógenas. Por una parte, la economía global genera condiciones diferenciadas para las regiones de los países, y, dependiendo del contexto geográfico de una ciudad, las redes de producción e infraestructura regional podrían facilitar su acceso a recursos financieros y culturales para hacer frente a los problemas locales; por el otro, las políticas macroeconómicas (ya sean de origen nacional o internacio-

nal) y los inversores extranjeros reducirían el margen de acción de los gobiernos municipales para realizar innovaciones destinadas a reducir las tensiones urbanas (Wei, 2016). O, también podría ser a la inversa, que la ciudad se ubique en una región marginada de la economía global, lo que limitaría su acceso a los recursos, pero tendría menos presiones externas además de las internas.

Este acto de balance entre fuerzas locales y globales se complica para aquellos países donde las instituciones de gobernanza no están del todo desarrolladas. Principalmente porque las estructurales gubernamentales dan lugar a organizaciones con una fuerte cultura de aversión al riesgo (Ritchie, 2014). Otros constreñimientos a la innovación en las entidades gubernamentales de nivel local están dados por los ciclos de los periodos de gobierno o la afinidad entre el gobierno nacional y los gobiernos subnacionales (Borins, 2001), sobre este último punto, estudios recientes en China (Wang, et al., 2020) y Alemania (Schneider, et al., 2022), indican que la afinidad partidaria tiene incidencia sobre el financiamiento a proyectos de innovación en el sector público.

Borins (2001) señala cinco tipos de condiciones que dan origen a las innovaciones del sector público: llamados a innovar originados en el sistema político, cambios en los liderazgos de las agencias gubernamentales, momentos de crisis, problemas internos en las organizaciones públicas y, nuevas oportunidades emanadas de factores externos, como las nuevas tecnologías. De estas, la condición más común es atender

problemas internos, lo que implica, según este autor, que los innovadores del sector público son capaces de atajar un problema antes que alcance proporciones de crisis, lo que va en contra de la visión más convencional acerca de que las innovaciones surgen de las crisis. Aunado a ello, Borins señala que en el sector público, las innovaciones suelen fluir desde el nivel gerencial hacia el resto de la organización, y que, para generalizar una cultura de innovación al interior es necesario institucionalizar lo que Rosabeth Kanter denomina “el pensamiento caleidoscopio”: enfrentar a un problema organizacional con el conjunto más rico de ideas y habilidades que sea posible recuperar de los miembros de la organización, para así ampliar los horizontes de solución (Kanter, 1988, citada en Borins, 2001).

Conclusiones

Luego de exponer las condiciones de las problemáticas urbanas y de las soluciones desde el sector público, en esta sección se pretende conectar los objetivos de la innovación gubernamental, el rol más factible que pueden asumir los gobiernos locales latinoamericanos respecto de las dinámicas ya presentadas y cuáles serían las problemáticas más urgentes de atender, emparejando las tensiones internas y las provocadas por los cambios a nivel global.

Como se ha expuesto, las principales tensiones urbanas en las ciudades latinoamericanas se originan en la falta de atención a ciertos grupos de la población, sobre todo aquellos que cuentan con me-

nores recursos para integrarse a los procesos productivos de la economía global. Sin las alternativas apropiadas, estos grupos, en su búsqueda de oportunidades, terminan focalizando sus energías en reforzar las dinámicas que dan origen a las desigualdades que les afectan, asegurando la reproducción de las condiciones que provocan tensiones y conflicto en los espacios urbanos. Este círculo vicioso puede romperse mediante mecanismos de apertura a la toma de decisiones entre las élites gobernantes y los grupos de poder económico y político en el territorio, sin embargo, es necesario introducir nuevas dinámicas para las relaciones existentes, es decir, se requieren innovaciones de gobernanza que ayuden a redistribuir la carga de obligaciones y el catálogo de derechos que tienen los ciudadanos.

Mucha de la falta de atención es producto de la escasez de recursos con los que cuentan los gobiernos municipales para hacer frente a sus responsabilidades. Y aquí hay otro círculo vicioso que es necesario romper. Los gobiernos locales no pueden acceder a mayores recursos por medio de la tributación ya que están impedidos a ampliar sus respectivos espacios fiscales por la crisis de legitimidad de las democracias representativas, lo que es un fenómeno global. Entonces, de acuerdo con lo expuesto, sería necesario un programa de innovación que mejore el nivel de transparencia de la administración pública, aumente la eficiencia en el uso de los recursos y comience a generar confianza entre los contribuyentes. Esto es, los gobiernos locales deben implementar innovación en los servicios públicos, buscando

mejorar progresivamente el nivel de atención hacia la mayoría de los ciudadanos.

Las propuestas anteriores no pueden tener el éxito suficiente si no van acompañadas de esfuerzos de reingeniería de procesos, involucrando lo más posible a nuevos actores, que, según las experiencias previas presentes en la literatura revisada, provienen de los sectores privado y académico. Esto implica que los gobiernos locales tienen que empezar a introducir prácticas de co-producción hasta alcanzar la co-creación en los servicios públicos, para poder instaurar una cultura de la innovación en los distintos espacios de actuación gubernamental, hasta que la colaboración con *stakeholders* se dé abierta y desinteresadamente.

De acuerdo con la literatura, es posible realizar los tres tipos de innovaciones siguiendo cuatro rutas de implementación: primero recurriendo a redes de gobernanza o “gubernamentalidad”, esto es, que así como los habitantes de las ciudades destinan sus recursos para intentar conectarse a las redes de oportunidad en las ciudades, los gobiernos locales deben trabajar sobre la base de la participación comunitaria previamente establecida, siguiendo la huella de instituciones de educación superior y organizaciones de la sociedad civil; segundo, recurriendo a procesos de innovación abierta, lo que significa establecer mecanismos de cooperación con actores y entidades que estén dispuestas a hacer pública la mayor cantidad de información con la que realizan su trabajo; tercero, la innovación debe estar dirigida a una distribución más equitativa de sus eventuales

beneficios; y por último, liderazgos innovadores, esto es, evitar que los cambios provengan de las buenas ideas de directivos y gerentes, y más bien, que sean iniciativas surgidas de entre todos los niveles de las organizaciones.

Finalmente, con independencia de la ruta definida, se debe tener en cuenta que el Estado no tiene un rol previamente definido, y que puede ser coordinador, facilitador o catalizador de los procesos de innovación.

Referencias bibliográficas

- Dodman, D., B. Hayward, M. Pelling, V. Castan Broto, W. Chow, E. Chu, R. Dawson, L. Khirfan, T. McPhearson, A. Prakash, Y. Zheng, and G. Ziervogel, 2022: Cities, Settlements and Key Infrastructure. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 907–1040, doi:10.1017/9781009325844.008.
- Jordán Fuchs, R., Riffo, L., Prado, A. (2017). Desarrollo sostenible, urbanización y desigualdad en América Latina y el Caribe: dinámicas y desafíos para el cambio estructural. Santiago: CEPAL.

- Berking, H., Frank, S., Frers, L., Löw, M., Meier, L., Steets, S., & Stoetzer, S. (2006). Negotiating urban conflicts: Interaction, space and control. transcript Verlag.
- Manderscheid, K. (2009) Integrating Space and Mobilities into the Analysis of Social Inequality, *Distinktion: Scandinavian Journal of Social Theory*, 10:1, 7-27, DOI: 10.1080/1600910X.2009.9672739
- Ehrenhalt, A. (2012). *The great inversion and the future of the American city*. Random House Digital.
- Rusk, D. (1993). *Cities without suburbs*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Nijman, J., & Wei, Y. D. (2020). Urban inequalities in the 21st century economy. *Applied geography*, 117, 102188.
- González de la Rocha, M. (2006). Vanishing assets: cumulative disadvantages among the urban poor. En: Fernández-Kelly, P., & Shefner, J. (Eds.). *Out of the shadows: political action and the informal economy in Latin America*. Penn State Press.
- Feijóo, María del Carmen. 1991. Alquimistas en la crisis. Experiencias de mujeres en el Gran Buenos Aires.
- Ribeiro, Rosa. (1999). Notas sobre famílias e desigualdade social na Região Metropolitana do Rio de Janeiro–1991. *Cadernos Metr pole*, (02), 41-72.
- Barrig, Maruja. 1993. Seis familias en la crisis. Lima: adec-atc / Asociación Laboral para el Desarrollo.
- Donovan, M. G. (2008). Informal cities and the contestation of public space: The case of Bogotá's street vendors, 1988–2003. *Urban Studies*, 45(1), 29-51.
- Vargas Falla, A. M., & Valencia, S. C. (2019). Beyond state regulation of informality: understanding access to public space by street vendors in Bogotá. *International Development Planning Review*, 41(1), 85-105.
- Cosacov, N., & Perelman, M. D. (2015). Struggles over the use of public space: exploring moralities and narratives of inequality. Cartoneros and vecinos in Buenos Aires. *Journal of Latin american studies*, 47(3), 521-542.
- Reardon, S. F., & Bischoff, K. (2011). Income inequality and income segregation. *American journal of sociology*, 116(4), 1092-1153.
- Chancel, L. (2020). *Unsustainable inequalities: Social justice and the environment*. Harvard University Press.
- Addas, A. (2023). The importance of urban green spaces in the development of smart cities. *Frontiers in environmental Science*, 11, 1206372.
- Escudero, N. (2017). Movilidad urbana y ciudad sustentable. Las experiencias de

los casos de Curitiba y de Nantes, desde la perspectiva de la sustentabilidad. Fondo de Cultura Económica.

- Baró, F.; Anguelovski, I. (2022). En: Anguelovski, Isabelle; Connolly, James J. T. (editors). *The green city and social injustice: 21 tales from North America and Europe*. New York, NY: Routledge.
- do Carmo, J. C. B. (2018). Curitiba, do Plano Agache (1943) ao Plano Sete/IPPUC (1965): permanências do planejamento, apropriação do discurso e a negação do passado. *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, 18(2), 18-18.
- Irish, Aiden J. (2023) "An Ethos of Sustainability: Integrated Sustainability for Urban Development," *International Journal of Undergraduate Research and Creative Activities*: Vol. 6: Iss. 3, Article 1. DOI: <https://doi.org/10.7710/2168-0620.1022>
- Turbay, A. L., Pereira, R. H., & Firmino, R. (2024). The equity implications of TOD in Curitiba. *Case Studies on Transport Policy*, 16, 101211.
- Coq-Huelva, D., & Asián-Chaves, R. (2019). Urban sprawl and sustainable urban policies. A review of the cases of Lima, Mexico City and Santiago de Chile. *Sustainability*, 11(20), 5835.
- De Ferrari, R. H., Ocepek, A., Travis, R., & Armony, A. C. (2024). Migration and urban development in São Paulo. In *Urbanization and Migration in Three Continents* (pp. 71-91). Routledge.
- Jogefalk, A., & Kallifatides, C. W. (2022). Complexity of improvement. A sustainability analysis of the park along Riachuelo river connected to marginalized areas in Buenos Aires. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- Rossignoli, L., Favargiotti, S., & Marzadri, A. (2023). Aguapuntura: a water-sensitive approach to revitalize informal settlements in the city of Asunción, Paraguay. *RI-VISTA. Ricerche per la Progettazione del Paesaggio*, 2023(1), (pp. 290-303).
- García Servín, R. G. (2024) Gentrificación y Turistificación en el Centro Histórico de Oaxaca de Juárez. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Navarrete Escobedo, D. (2022). Matices de la turistificación y de la gentrificación en México: Comparativa de impactos socioespaciales en la Roma-Condesa y el centro patrimonial de San Miguel de Allende.
- Camacho Sandoval, F., & Guzmán Martínez, M. (2023). ¿Aguascalientes dividida?, una ciudad media mexicana y su evolución entre 1990 y 2010. *Economía, sociedad y territorio*, 23(72), 571-600.
- Bason, C. (2018). *Leading public sector innovation Co-creating for a better society*. Second Edition. Bristol: Policy Press.
- Eneqvist, E., Algehed, J., Jensen, C., & Karvonen, A. (2022). Legitimacy in

- municipal experimental governance: questioning the public good in urban innovation practices. *European Planning Studies*, 30(8), 1596-1614.
- Vargas, C., Whelan, J., Brimblecombe, J., & Allendera, S. (2022). Co-creation, co-design and co-production for public health: a perspective on definitions and distinctions. *Public Health Research & Practice*, 32(2).
- Hartley, Jean. (2005). Innovation in governance and public services: Past and present. *Public Money & Management*, 25(1), 27-34.
- Ettlie, John. (2007). *Managing innovation*. Routledge.
- Elena, S., & Mercado, J. G. (2019). Justice and innovation: the need for an open model. *Open Justice: An Innovation-Driven Agenda for Inclusive Societies* (May 2019).
- Bekkers, V., Edelenbos, J., & Steijn, B. (2011). Linking innovation to the public sector: Contexts, concepts and challenges. In *Innovation in the public sector: Linking capacity and leadership* (pp. 3-32). London: Palgrave Macmillan UK.
- De Vries, Hanna; Bekkers, Victor; Tummers, Lars. Innovation in the public sector: A systematic review and future research agenda. *Public administration*, 2016, vol. 94, no 1, p. 146-166.
- Bourke, J., & Roper, S. (2017). Innovation, quality management and learning: Short-term and longer-term effects. *Research Policy*, 46(8), 1505-1518.
- Wei, Y. D. (2015). Spatiality of regional inequality. *Applied Geography*, 61, 1-10.
- Ritchie, F. (2014). Resistance to change in government: risk, inertia and incentives. *Economics working paper series*, 1412, 1-23.
- Borins, S. (2001). Encouraging innovation in the public sector. *Journal of intellectual capital*, 2(3), 310-319.
- Wang, C., Kafouros, M., Yi, J., Hong, J., & Ganotakis, P. (2020). The role of government affiliation in explaining firm innovativeness and profitability in emerging countries: Evidence from China. *Journal of World Business*, 55(3), 101047.
- Schneider, L., Wech, D., & Wrede, M. (2022). Political alignment and project funding. *International tax and public finance*, 29(6), 1561-1589.