

Seminario Anual de Seguimiento de Proyecto

Plan de Gestión Integral de la Cuenca del río Cazones desde el Ecodesarrollo



Ciudad de México, 19 de junio de 2024.

CONTENIDO

4 **El Cinvestav, El Colegio de Puebla y la Universidad de Monterrey unen sus capacidades para resolver problemas de la cuenca del río Cazones**

(Inauguración)

Dr. Abdel Pérez Lorenzana, Secretario Académico, Cinvestav

7 **Hacia un método transdisciplinario para la gestión eficiente del agua**

Dr. Eduardo Pérez Denicia, Pronaces Agua Conahcyt

12 **Presentan avances y resultados de investigación del proyecto “Plan de Gestión Integral de la Cuenca del río Cazones desde el Ecodesarrollo”**

Dra. América Padilla, Cinvestav

16 **Realizarán monitoreo inteligente para analizar la cuenca del río Cazones**

Dr. Sergio Salazar Cruz, DIEM-Cinvestav
Dr. Carlos Chávez Zichinelli, Colpue

23 **Determinan índice de pobreza e índice de vulnerabilidad educativa y comunitaria**

Dra. Carolina Tapia Cortés, UDEM
M. en C. Gerardo Tapia Hervert, Colpue

33 **Investigan el impacto de las unidades económicas por tipo de actividad**

Dr. Alberto Vargas Hidalgo, Colpue
Dr. Enrique Rosano Reyes, Colpue

Inauguración

El Cinvestav, El Colegio de Puebla y la Universidad de Monterrey unen sus capacidades para resolver problemas de la cuenca del río Cazones

- La investigación se realiza desde una perspectiva integral y enfoque transdisciplinario
- Proponen alternativas para el monitoreo inteligente, el manejo sostenible y la restauración ecológica
- Pretenden generar un plan integral de la cuenca del río Cazones

La cuenca del río Cazones en México es un área de gran relevancia ecológica, económica y social al abarcar regiones de los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz.

Los problemas derivados de la escasez del agua y la contaminación de ríos y lagos son complejos y no pueden ser atendidos de manera aislada, así lo afirmó el doctor Abdel Pérez Lorenzana, secretario académico del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), al inau-

gurar el Seminario Anual de Seguimiento del Proyecto “Plan de Gestión Integral de la Cuenca del Río Cazones desde el Eco-desarrollo”.

En instalaciones del Cinvestav y ante la presencia de investigadores y participantes del proyecto, el doctor Pérez Lorenzana enfatizó la importancia del trabajo transdisciplinario emprendido por el Colegio de Puebla, la Universidad de Monterrey y el Cinvestav, quienes han



unido esfuerzos para proponer intervenciones encaminadas a la recuperación de la cuenca.

Las principales fuentes de contaminación de la cuenca del río Cazones incluyen descargas de aguas residuales provenientes de industrias y hogares, que pueden contener productos químicos y otros contaminantes; el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas en áreas agrícolas podrían filtrarse hacia el río; la pérdida de vegetación y erosión del suelo incrementan la cantidad de sedimentos y nutrientes en el agua; así como la acumulación de basura y desechos sólidos cercanos al río puede afectar la calidad y cantidad de agua.

“La acción efectiva desde el conocimiento científico permitirá paliar los efectos negativos y encontrar vías de remediación de un tema del mayor interés para la sociedad”, afirmó Pérez Lorenzana y destacó las capacidades académicas de las tres instituciones hermanas, unidas para atender uno de los grandes problemas de relevancia nacional.

Acompañado en el presidium de los doctores Eduardo Pérez Denicia, miembro del Comité Ejecutivo de Pronaces Agua, del Conahcyt, y Eliseo Ramírez Torres, director académico de El Colegio de Puebla, AC, el secretario académico del Cinvestav señaló que hay capacidades técnicas, pero en algunas ocasiones están dispersas, de ahí la importancia de abordar temas tan complejos desde la perspectiva transdisciplinaria.

Requerimos capacidades diversas y la colaboración de instituciones hermanas permitirá atender y ofrecer soluciones realistas, derivadas del diagnóstico y de involucrar a las diferentes comunidades e investigadores que, desde su expertis, puedan visualizar la problemática desde diferentes perspectivas multidisciplinarias encaminadas a generar un plan integral de la cuenca del río Cazonés.



“ El diagnóstico de la cuenca del río Cazonés, a partir del monitoreo con drones aéreos y acuáticos, se tendrá acceso a información acerca de la calidad del agua, de sedimentos y del aire a lo largo de la cuenca, permitirá plantear estrategias de restauración ecológica, y también, medidas a nivel social y económico en colaboración y participación de las comunidades ”

Afirmó el doctor Pérez Lorenzana.

Para finalizar, reconoció y agradeció, a los estudiantes involucrados en el proyecto, su trabajo y esfuerzo para contribuir en esta investigación y con ello generar información de referencia para aportar a una propuesta integral para atender y solucionar la problemática de la cuenca del río Cazonés.

Por su parte, la doctora América Padilla Viveros, coordinadora académica del doctorado transdisciplinario de Desarrollo científico y Tecnológico para la Sociedad del Cinvestav y participante del proyecto desde el enfoque ecológico, destacó **la importancia de integrar la información de los tres comités en los que se divide el proyecto: económico, ecológico y social**, para delinear estrategias de cara a las siguientes etapas del proyecto transdisciplinario. 🌱



Hacia un método transdisciplinario para la *gestión del agua*

- En México 70% de las cuencas están contaminadas
- Se propone el “sujeto social” como alternativa de atención a la problemática del agua
- Enfoque flexible de acuerdo con cada realidad y contexto

Actualmente gran parte del país enfrenta escasez de agua, agravada por la contaminación del 70% de las cuencas y por la falta de regulaciones claras y transparentes, así lo afirmó el doctor Eduardo Pérez Denicia, miembro del Comité Ejecutivo de Pronaces Agua del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt).

Al ofrecer la conferencia “*Enfoque transdisciplinario para la gestión del agua*”, Pérez Denicia hizo un recuento del impacto negativo del modelo neoliberal implementado en el mundo entre los años 1970-1980, cuyo enfoque busca beneficios económicos de manera inmediata y relegó temas importantes como la sostenibilidad y la equidad.

Dicho modelo político-económico derivó en la pérdida de poder y control por parte del Estado, generó daños al ecosistema y al tejido social evidenciados en la pérdida de la biodiversidad; degradación de hábitats socio-naturales; detrimento de actividades económicas tradicionales y desvinculación de la investigación hacia las necesidades reales de la sociedad.

En México la situación actual del agua es diversa y compleja, resultado de diversos factores, algunos, por procesos físicoquímicos y biológicos, propios de la naturaleza y otros derivados de las actividades humanas como la sobreexplotación, la pérdida de actividades económicas tradicionales y de la ineficiente gestión de recursos hídricos.

La ineficaz gestión hídrica ha provocado desigualdad en el acceso a recursos hídricos y corrupción en la asignación de concesiones, en las que grandes corporaciones agrícolas han tenido acceso preferencial al agua. Como ejemplo, tan solo en el año 2020 las actividades agrícolas representaron las de mayor consumo de agua con el 67.52% del volumen total.

Método transdisciplinario

Esta problemática solo puede ser atendida a partir de un enfoque transdisciplinario que permite la integración de múltiples disciplinas y conocimientos, valora los conocimientos comunitarios, reconoce la riqueza y relevancia de los saberes acumulados a lo largo de generaciones e incorpora prácticas locales y experiencias directas con el ciclo socionatural del agua.

En su exposición, Pérez Denicia, también egresado del doctorado transdisciplinario Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad del Cinvestav, profundizó en la aplicación del método transdisciplinario que contempla la confluencia de tres elementos básicos: **el sujeto social, el instrumento y el nicho**.

El método está orientado hacia el bien común y propone la figura del “sujeto social” conceptualizado como un conjunto emergente de poderes y competencias interdefinidos, orientados por un horizonte de sentido compartido encami-

nado a la implementación de soluciones sostenibles y equitativas.

El sujeto social se desarrolla dentro de un contexto en el que participan actores múltiples, heterogéneos en interacción sinérgica con las organizaciones de base comunitaria (OBS), las comunidades, la academia, el gobierno y el sector privado.

La citada figura se convierte en protagonista y punto central de la solución apoyada en el instrumento que pone a disposición del sujeto, las tecnologías físicas o sociales, estrategias, herramientas, normas y metodologías que le permiten adquirir las capacidades requeridas para transformar el entorno.

Por su parte, el nicho ofrece un conjunto de elementos que el “sujeto social” utiliza para enfrentar los obstáculos internos; actúa como un “capullo” que arroja al “sujeto social” y le proporciona un entorno favorable y de apoyo para un desarrollo favorable que le permita implementar sus acciones de manera efectiva.





Dr. Eduardo Pérez Denicia

El referido método se ha materializado en el accionar del Programa Nacional Estratégico de Agua (Pronaces) que tiene como objetivo abordar los problemas hídricos en México mediante un enfoque transdisciplinario de investigación e incidencia. Busca promover la colaboración entre diferentes sectores, incluyendo la academia, las organizaciones de base comunitaria, el gobierno y los empresarios a fin de desarrollar soluciones efectivas y duraderas, así como orientar las acciones hacia el bien común, fomentando la sostenibilidad y la equidad en la gestión del agua.

Entre los casos de intervención, Pérez Denicia se refirió a las Regiones de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA), donde se identificaron las regiones con problemas críticos de agua como la cuenca Atoyac-Zahuapan y el Río Santiago, y se lograron mejoras significativas en la calidad del agua y en la salud de las comunidades.



**PRONACES
AGUA**

Este tipo de proyectos promueven la regeneración de los ecosistemas hídricos y la participación de las comunidades en la gestión del agua.

Los resultados favorables consideran el “sujeto social” integrado por los actores sociales agrupados en modelos organizacionales que buscan alianzas estratégicas y que tienen como base los saberes locales, madurados en las prácticas.

En la última parte de su intervención, el doctor Pérez Denicia puntualizó que el método transdisciplinario se ha materializado en los Colectivos de Investigación e Incidencia (CII) del Pronaces Agua, cuyo propósito es dar contenido e impulsar la formación inicial autoconsciente de este nuevo sujeto social del agua, de sus instrumentos y del nicho que lo arropará.

La nueva alianza debe apoyarse en una nueva visión compartida del bien común no competitivo, no acumulativo ni extractivo, y en una conciencia de la realidad actual tanto a nivel local, estatal, nacional e internacional.

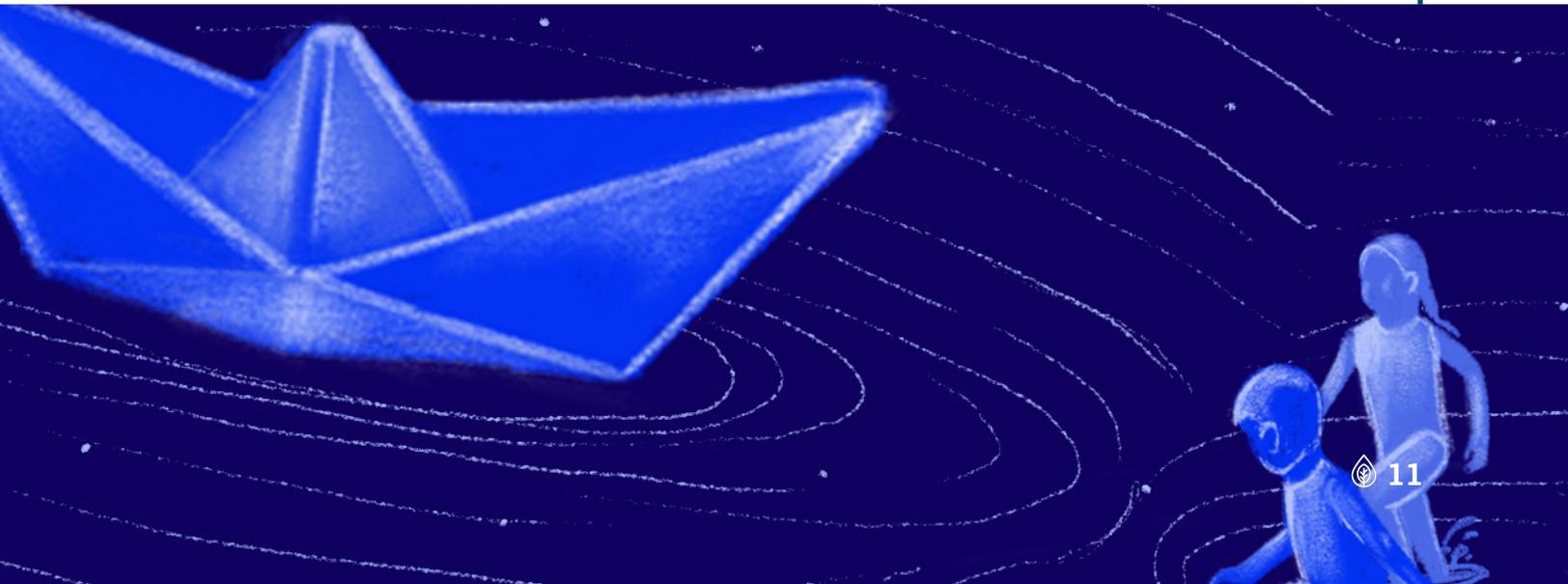
Este nuevo sujeto social del agua debe expresarse con fuerza en todas las localidades y regiones y en proyectos de muy largo alcance, y establecerá las prioridades hídricas que puedan aprovechar al máximo la nueva coyuntura de la región de América del Norte.

De esta manera, el proyecto de investigación interinstitucional Plan de Gestión Integral de la Cuenca del río Cazonces desde el Ecodesarrollo, se enmarca en la filosofía y modelo promovidos por el Pronaces Agua, que plantea un enfoque transdisciplinario de investigación e incidencia. 



Dr. Eduardo Pérez Denicia

Ilustración retomada del portal web Pronaces Agua, Conahcyt.





Presentan *avances y resultados* de investigación del proyecto “*Plan de Gestión Integral de la Cuenca del río Cazones desde el Ecodesarrollo*”

- Convergen capacidades académicas de tres instituciones nacionales
- En el proyecto interinstitucional participan el Cinvestav, El Colegio de Puebla y la Universidad de Monterrey
- Plantean procesos de intervención a partir de un enfoque transdisciplinario

La cuenca del río Cazonos abarca 28 municipios de los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz. Nace en la Sierra de Hidalgo a partir de las corrientes de los ríos Tulancingo y Chaltecontal. La corriente principal es el río San Marcos que se convierte en río Cazonos antes de desembocar en el Golfo de México.

Actualmente la cuenca enfrenta desafíos relacionados con la gestión de recursos naturales, desarrollo comunitario y sostenibilidad ambiental.

Por su extensión y por la diversidad de poblaciones que abarca, el manejo de la cuenca hidrográfica demanda la unión de esfuerzos y orientar acciones integrales y conceptualizar la cuenca como un sistema complejo, que a diversas escalas requiere del fomento de procesos colaborativos.

En este contexto, desde noviembre de 2023 se formalizó el proyecto de investigación interinstitucional denominado “Plan de Gestión Integral de la Cuenca del Río Cazonos desde el Ecodesarrollo” en el que participan el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), El Colegio de Puebla y la Universidad de Monterrey.



Dr. Alberto Vargas Hidalgo

La doctora América Padilla, organizadora del seminario y participante del grupo de investigación informó que la investigación se realiza a partir de un enfoque integral, para ello las instituciones participantes se organizaron en tres comités considerando los pilares de la sostenibilidad: comité ecológico, comité social y comité económico, cada uno conformado por especialistas de diferentes disciplinas e instituciones.

El Cinvestav lidera el **Comité Ecológico** en el que participan quince investigadores, estudiantes de posgrado y posdoctorantes de los departamentos de Física, Biotecnología y Bioingeniería y de Investigación y Estudios Multidisciplinarios (DIEM), así como de tres programas académicos: Doctorado en Ciencias en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad; Maestría y doctorado en Ciencias en Sistemas Autónomos de Navegación Aérea y Submarina y el doctorado en Nanociencias y Nanotecnología. En el Comité Ecológico también participan investigadores y estudiantes del Colegio de Puebla con un estudio cartográfico y análisis de la vulnerabilidad ambiental.

La Universidad de Monterrey coordina el **Comité Social**, encabezado por las doctoras Carolina Tapia Cortés del Departamento de Humanidades, Educación y Psicopedagogía y Martha Rodríguez Villalobos, del Departamento de Física y Matemáticas, apoyadas por investigadores y estudiantes de la propia Universidad.

El Colegio de Puebla, AC, encabeza el **Comité Económico** dirigido por los doctores Alberto Vargas Hidalgo y Enrique Rosano Reyes, quienes coordinan las acciones de investigadores y estudiantes de la propia institución.

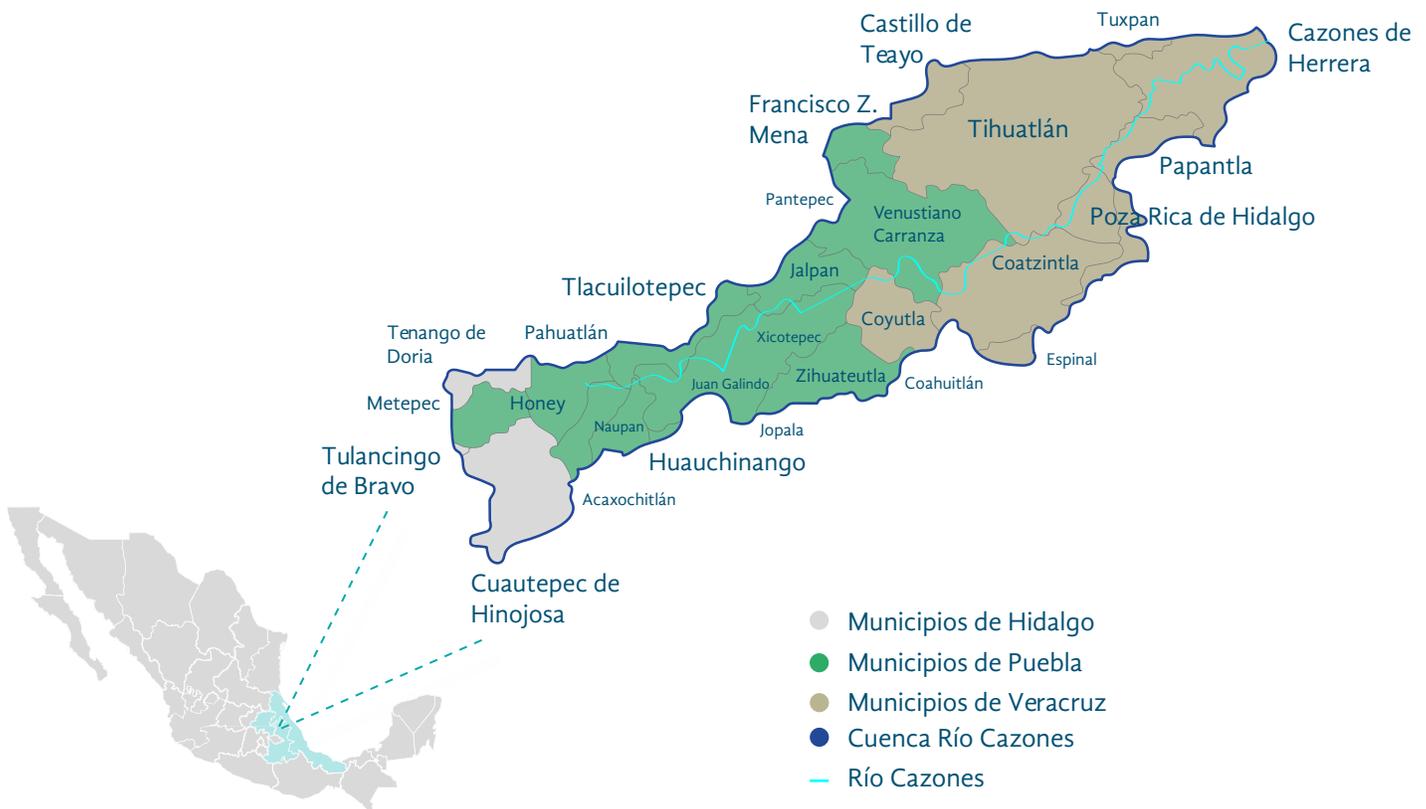
Para conocer el avance de las actividades desarrolladas en el seno del proyecto, el pasado 19 de junio en instalaciones del Cinvestav se realizó el seminario anual de seguimiento del proyecto, actividad realizada de forma presencial y a distancia.

Esta cita fue clave para conocer los avances de la investigación y permitió que investigadores, estudiantes y docentes compartieran experiencias, metodologías, propuestas de intervención específicas para la cuenca del río Cazones.

La relevancia del proyecto reside en que, desde la perspectiva integral, se incorporan los estudios de los ecosistemas y de las aguas superficiales y subterráneas, además de los relativos a las actividades económicas y la comprensión territorial de los actores sociales que confluyen en la cuenca.

Este proyecto tiene como base los ejes del Programa Nacional Estratégico de Agua (Pronaces Agua) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), que postula abordar los problemas hídricos en México mediante un modelo transdisciplinario de investigación e incidencia.

Municipios ubicados dentro de la cuenca del Río Cazonos





Realizarán *monitoreo inteligente* para analizar la cuenca del río Cazonés

- Plantean el uso de vehículos autónomos, aéreos y acuáticos para generar un índice de calidad del agua, suelo y aire
- El monitoreo inteligente permitirá una inspección rápida y precisa de la zona
- La metodología del estudio puede aplicarse a otras cuencas a nivel nacional
- Determinan el índice de vulnerabilidad de la cuenca y generan un compendio cartográfico

Los doctores Sergio Salazar Cruz, del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) y Carlos Chávez Zichinelli, del Colegio de Puebla, AC, informaron sobre los avances del proyecto a cargo del grupo de investigación del Comité Ecológico.

El “Diagnóstico de la cuenca del río Cazones mediante sistemas de navegación



Fotografía de Jonathan Flores Santiago, Sistemas Autónomos de Navegación Aérea y Submarina (SANAS).

autónoma (aéreos y acuáticos) acoplados a cámara multiespectral y su relación con los parámetros de muestreo *in situ*” fue presentado por el doctor Sergio Salazar Cruz, quien destacó la importancia de contar con una visión transdisciplinaria en el manejo de las cuencas hidrográficas.

En el diagnóstico se observa que el análisis socionatural del agua se encuentra

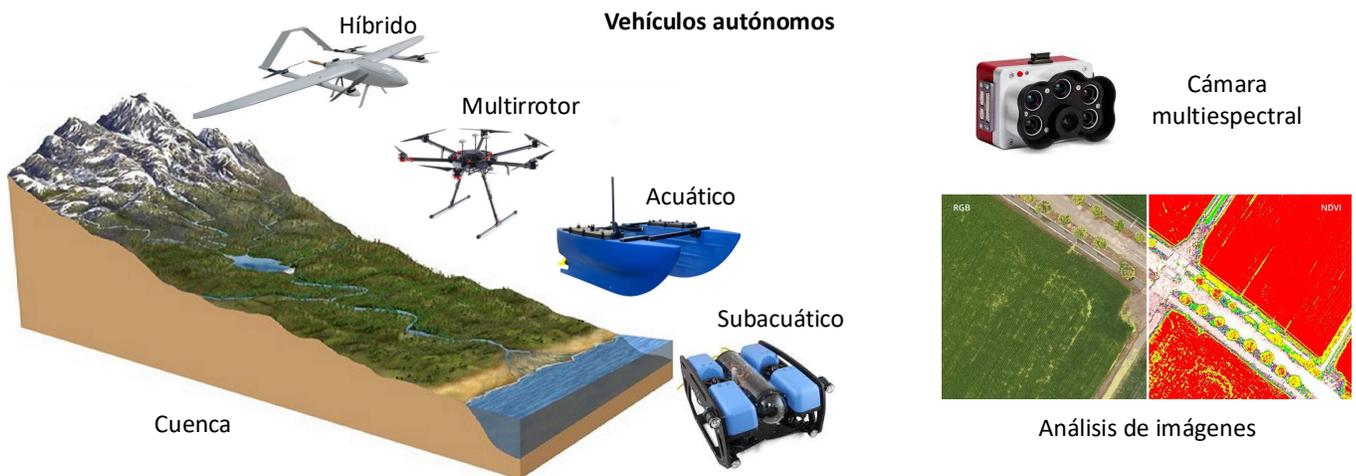
ausente, además, no hay datos suficientes y actualizados de la cantidad, calidad y uso del agua.

Los trabajos realizados, en conjunto con El Colegio de Puebla, permitieron analizar los datos locales disponibles de la cuenca del río Cazonés en el Ecosistema Nacional Informático de Agua y de forma general para todas las cuencas. Los investigadores observaron que se carece de información actualizada sobre los parámetros de calidad del agua.

De ahí la propuesta de analizar la cuenca hidrográfica como un sistema complejo con retos de carácter ecológico, social, educativo y económico y del fomento de procesos colaborativos y de coordinación.

Los resultados preliminares permiten visualizar el índice de vulnerabilidad ecosistémica y una representación del impacto antropogénico relacionado con las alteraciones o modificaciones que las acciones humanas causan en el medio ambiente, para el caso de la cuenca, el mayor impacto está al centro, en los estados de Puebla y Veracruz.

Monitoreo inteligente



Fuente: Comité Ecológico, 2024.

Para precisar el estado que guarda la cuenca, el Comité Ecológico contempla realizar un monitoreo inteligente que combina diversidad de tecnologías y herramientas como el uso de vehículos autónomos, aéreos y acuáticos que les permita identificar la relación entre las variables del índice de calidad del agua, del suelo y el aire en zonas determinadas, mediante un muestreo de agua, suelo, sedimentos y aire, así como de la toma de imágenes multiespectrales.

El monitoreo inteligente busca recopilar datos relevantes sobre el estado del agua, la calidad, la cantidad y los ecosistemas de la cuenca, fortalecidos con sistemas de información geográfica (GIS) y análisis de imágenes de satélite.

Con dicha base se podrá tener un mapa más real de cómo está la cuenca, elaborar propuestas de solución y emitir recomendaciones para el escalamiento e implementación de las tecnologías de remediación y conservación de la cuenca.

El monitoreo inteligente conduce a una integración de la información generada por cada vehículo y determinar cómo está la flora de la región, por ejemplo, identificar árboles muertos o con alguna enfermedad.

Las **cámaras multiespectrales** capturan imágenes en diferentes longitudes de onda, como infrarrojo cercano, infrarrojo térmico y visible. Cada longitud de onda proporciona información específica sobre el terreno, la vegetación y la humedad del suelo, de esa manera se puede monitorear la biodiversidad.

Los **vehículos híbridos** son versátiles, se utilizan en tierra o aire, pueden operar en diferentes terrenos y zonas de difícil acceso, pueden mapear la topografía, evaluar la calidad del agua; pueden integrar sensores para medir temperatura, pH y caudal, entre otros.

En tanto, los **minisubmarinos** también conocidos como Vehículos Submarinos Autónomos (AUV) son dispositivos diseñados para operar bajo el agua sin tripulación, éstos se sumergen en ríos, lagos o mares para mapear lechos de agua y medir parámetros ambientales, con ellos se pretende saber cómo está la calidad del agua e identificar el tipo de contaminantes.

Fotografía de Jonathan Flores Santiago, SANAS.



Para ejemplificar el monitoreo inteligente, Salazar Cruz explicó cómo se emplea un vehículo autónomo con cámara para recuperar información multispectral de alta resolución sobre la superficie terrestre. Los resultados del proyecto a cargo del Comité Ecológico serán fortalecidos con la interacción que se tendrá con las comunidades de la zona. 🌱



Dr. Sergio Salazar Cruz

Determinan el índice de vulnerabilidad de la cuenca del río Cazones y generan un compendio cartográfico

Por El Colegio de Puebla, los doctores Jesús Hernández Castán y Carlos Alberto Chávez Zichinelli presentaron los resultados preliminares de la “Propuesta y determinación de un índice de vulnerabilidad ambiental en la cuenca del río Cazones”.

En representación del grupo de investigación de la citada institución, la doctora Claudia Morales señaló que el objetivo fue analizar el estado actual de la cuenca mediante un estudio cartográfico asociado a la vulnerabilidad ambiental.

El flujo metodológico tuvo dos etapas, una para el análisis cartográfico y otro para generar el índice de vulnerabilidad.

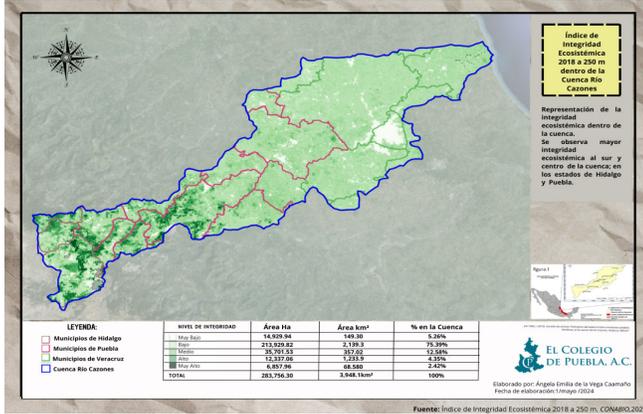
La metodología utilizada para la generación de los mapas cartográficos tuvo

como base la información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) con determinados criterios de prioridad como: referentes oficiales en el país, cobertura en la zona de estudio, no más de 10 años de antigüedad en la publicación y que fuera de distribución libre.

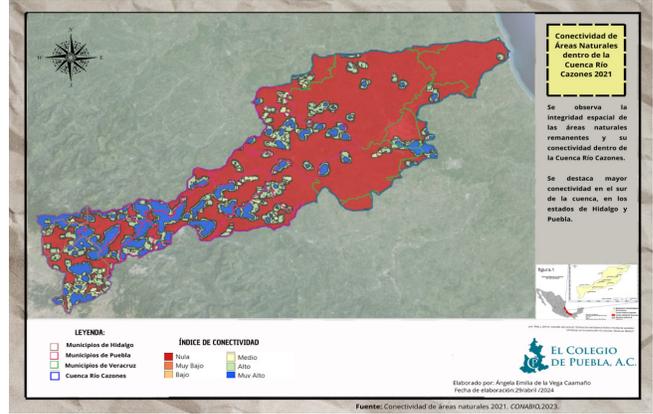
Dr. Alberto Chávez Zichinelli



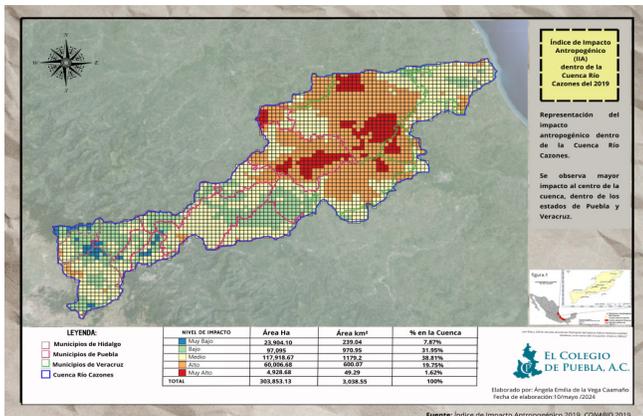
Índice de integridad ecosistémica



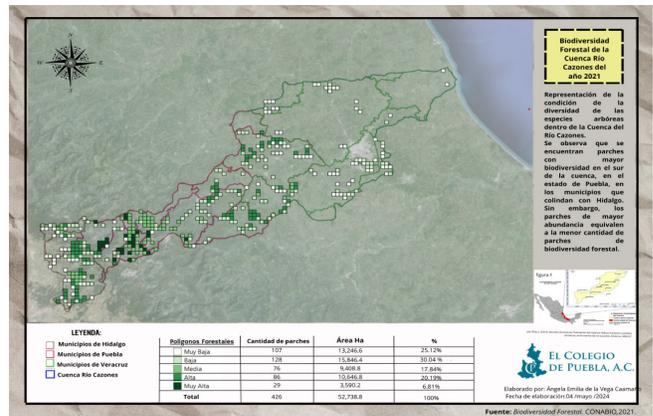
Conectividad de áreas naturales



Índice de impacto antropogénico



Biodiversidad forestal



Fuente: El Colegio de Puebla, 2024.

Para fortalecer el análisis cartográfico se aplicó una fórmula de vulnerabilidad al cambio climático que contempla determinar el sistema a evaluar, identificar las dimensiones y las variables ambientales. De esta manera se pudo conformar un compendio cartográfico.

La doctora Morales informó que se lograron las cartografías de:



El compendio cartográfico generado refleja el índice de integridad ecosistémica, el índice de impacto antropogénico, la biodiversidad forestal y la conectividad de áreas naturales de la cuenca del río Cazonés.

Para el índice de vulnerabilidad se realizó un taller cuyo propósito fue determinar el sistema a evaluar, identificar las dimensiones y las variables. Se asignaron pesos y ponderaciones, se normalizaron los valores y se realizó un cálculo para obtener el índice. La ponderación de las variables se realizó en función de tres dimensiones: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.

Como resultado del taller se estructuró una fórmula para la generación del índice de vulnerabilidad ambiental específica para la cuenca del río Cazonés con tres clasificaciones, alta, media y baja vulnerabilidad.

Los resultados de la investigación evidencian una vulnerabilidad ambiental *media a alta* y se corrobora que los manantiales están teniendo escasez. ♻️

Taller de asignación de variables en dimensiones y ponderaciones. Fotografías El Colegio de Puebla.





Determinan *índice de pobreza*
e índice de vulnerabilidad
educativa y comunitaria

- IVEC, base sólida para el diagnóstico, diseño e implementación de intervenciones
- Dimensión educativa, indispensable para las propuestas de solución
- Identifican símbolos y creencias asociados al agua

Los trabajos a cargo del Comité Social se subdividieron en dos dimensiones, una dedicada al ámbito educativo y otra al social, así lo informó la doctora Carolina Tapia Cortés quien coordina las actividades del proyecto “Manejo integral de la cuenca del río Czones desde el Eco-desarrollo” por parte de la Universidad de Monterrey.

A través de enlace vía Zoom, Tapia Cortés participó de manera conjunta con María Fernanda Meraz Riestra y Yoselin Andrea Cristóbal Maldonado, estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad de Monterrey, quienes también trabajan en el proyecto para la dimensión educativa.



Mtro. Gerardo Tapia Hervert

El mapeo de la realidad educativa y comunitaria de la cuenca del río Czones tuvo como objetivo analizar e identificar los municipios con mayor y menor vulnerabilidad a partir del establecimiento del Índice de Vulnerabilidad Educativa y Comunitaria (IVEC) en los 28 municipios de la Cuenca del río Czones.

La investigación inició con la recolección de datos a partir de tres bases de datos: Sintonía 2021 y dos de la Secretaría de Educación Pública (SEP) Estadística

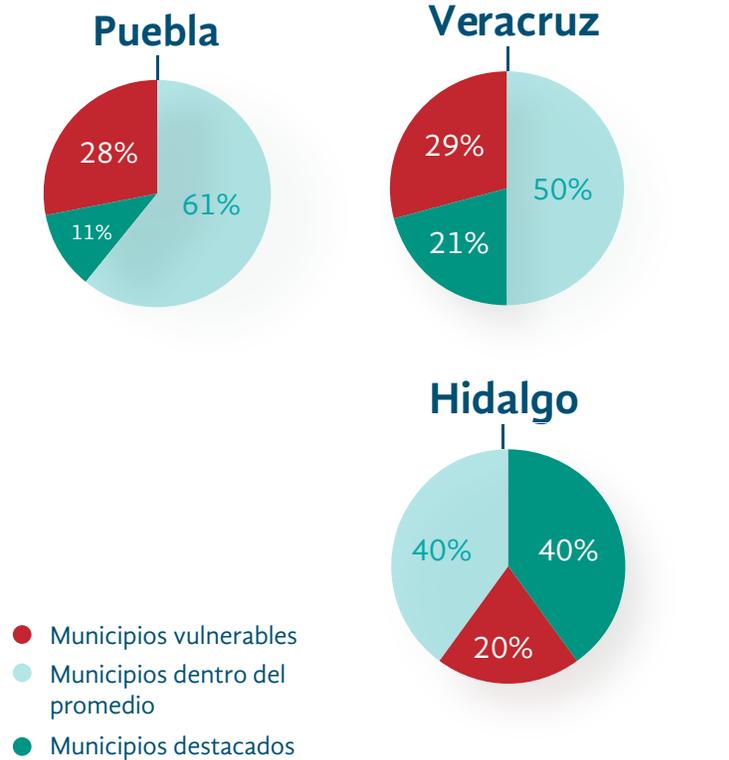
Educativa del Formato 911 del año 2020 y Base de los Sistemas de Información y Gestión Educativa (SIGED), información germen para el análisis, el diseño de conglomerados, mapeo de los datos y el análisis de éstos.

Para precisar la información, se vinculó el panorama educativo con el desarrollo comunitario y ambiental y así determinar el IVEC, conformado por cinco conglomerados: realidad educativa, educación ambiental, intervención, índice de progreso social y, comunidad.

Con el apoyo de Ángel Sánchez Perea, estudiante de Biología de la Universidad Autónoma de Nuevo León e integrante del grupo de investigación, se generaron seis mapas con la caracterización de los cinco conglomerados que conforman el IVEC y el mapa global del propio Índice.

De acuerdo con el IVEC, los resultados de análisis de toda la cuenca refieren que los municipios de Acaxochitlán, en Hidalgo, Naupan, Jopala, Tlacuiloteppec, Xicotepec y Francisco Z. Mena, en Puebla, y Castillo de Teayo, Cazones de Herrera, Coahuitlán y Espinal, en Veracruz, son los más vulnerables de la cuenca.

Municipios vulnerables por Estado



	Hidalgo	Puebla	Veracruz
Vulnerables	<ol style="list-style-type: none"> Acaxochitlán 	<ol style="list-style-type: none"> Naupan Jopala Tlacuiloteppec Xicotepec Francisco Z. Mena 	<ol style="list-style-type: none"> Castillo de Teayo Cazones de Herrera Coahuitlán Espinal
Destacados	<ol style="list-style-type: none"> Tulancingo de Bravo Cuautepec de Hinojosa 	<ol style="list-style-type: none"> Juan Galindo Huauchinango 	<ol style="list-style-type: none"> Poza Rica de Hidalgo Tuxpan Coatzintla

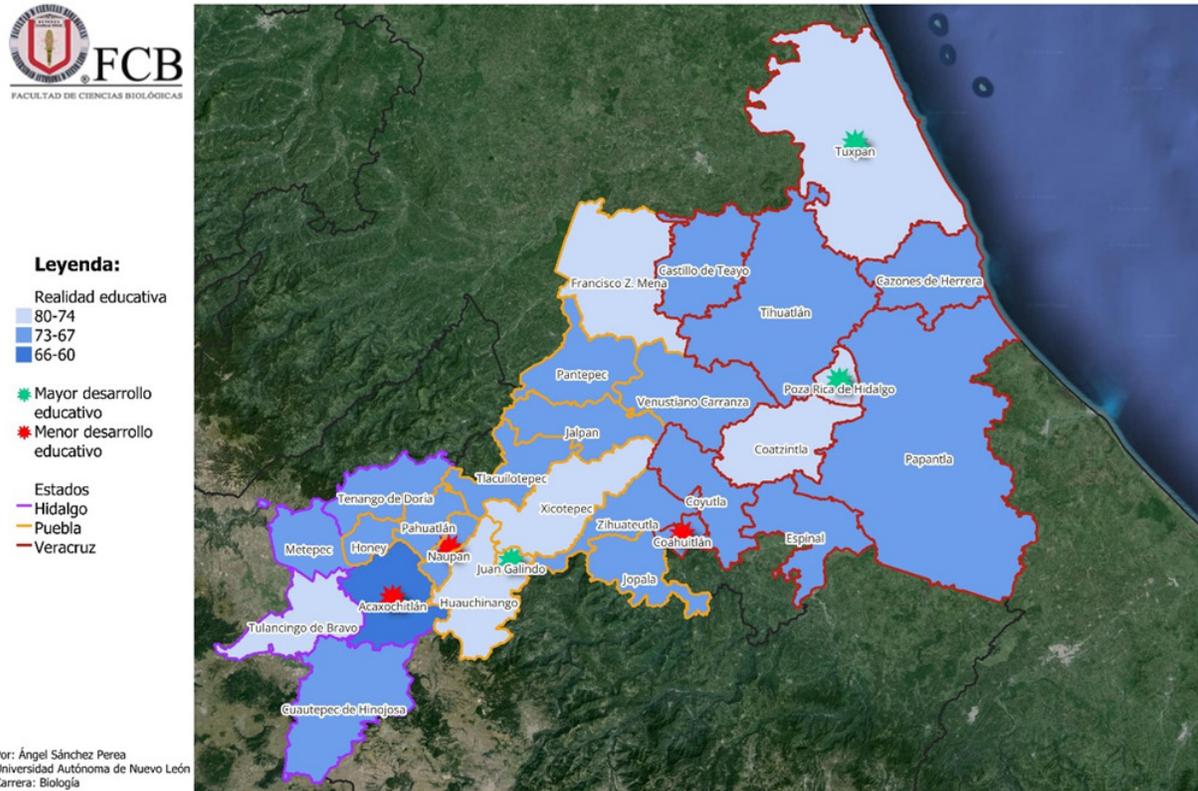
Fuente: Universidad de Monterrey, 2024.

En tanto que Tulancingo de Bravo y Cuautepec de Hinojosa en Hidalgo, Juan Galindo y Huauchinango, en Puebla, y Poza Rica de Hidalgo, Tuxpan y Coatzintla son los municipios mejor evaluados de acuerdo con el citado IVEC.

Los análisis particulares de cada rubro tienen sus correspondientes lecturas, para el **Índice de Realidad Educativa**, los municipios de Tuxpan, Poza Rica de Hidalgo y Juan Galindo reflejaron mejor posición en este Índice que contempla aspectos como escolaridad de la población y oportunidades educativas, siendo los menos favorecidos, los municipios de Acaxochitlán, Coahuatlán y Naupan.



Realidad educativa (2020 y 2021)



Fuente: de Ángel Sánchez Perea, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2024.

Para el **Índice de Comunidad**, los municipios de Poza Rica de Hidalgo, Coatzintla y Tuxpan están mejor evaluados en aspectos de participación política y libertad personal y de elección, así como en tolerancia e inclusión, para este índice los menos favorecidos son Acaxochitlán, Naupan y Xicotepec.

En cuanto al **Índice de Educación Ambiental**, los municipios con mejor evaluación en educación ambiental y mejores prácticas sostenibles son Juan Galindo, Huauchinango y Cuatepec de Hinojosa; en tanto, los de menor sustentabilidad son Francisco Z. Mena, Cazones de Herrera y Jopala.

El **Índice de Progreso Social** resultó más favorable para los municipios de Coatzintla, Tulancingo de Bravo y Poza Rica de Hidalgo, y menos favorable para Castillo de Teayo, Naupan y Acaxochitlán.

Los municipios de Poza Rica de Hidalgo, Tulancingo de Bravo y Juan Galindo fueron los mejor evaluados para el Índice de Intervención que contempla acceso a la información y las comunicaciones, el internet, atención a necesidades humanas básicas e infraestructura de las escuelas. Para este índice los de menor puntaje son Jopala, Tlacuilotepic y Espinal.



La metodología consistió en la revisión documental para contar con los diagnósticos comunitarios de todos los municipios asentados en la cuenca; se revisaron bases de datos, artículos científicos tesis e información noticiosa relacionada con el reporte de conflictos antropogénicos y ambientales, todo con una visión transdisciplinaria.

En cuanto a los aspectos demográficos el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) refiere que en la cuenca habitan 1 713 608 personas, de las cuales 235 558 se identifican como hablantes de lenguas indígenas.

Hay principalmente cinco tipos de culturas en la región: los huastecos (teenek), nahuas, otomíes (Hñähñu o Nuhu), tepehuanes (Ódami) y totonacos (Tutunakús).



Fuente: El Colegio de Puebla, 2024.

Desde la visión del desarrollo, se observa una correlación directa entre los polos de desarrollo con el número de pobladores; los municipios más poblados y, por tanto, más desarrollados se encuentran en el estado de Veracruz: Poza Rica tiene 521 530; Papantla cuenta con 159 910 y Tuxpan tiene 154 600 pobladores. En el detalle por estado se encuentra Tulancingo en Hidalgo con 167 936 y Huauchinango, Puebla, con 103 946 habitantes.

Para los tres municipios más poblados de Veracruz se observa un desarrollo asociado a la industria petrolera, no así para los municipios de Huauchinango, en Puebla, y Tulancingo, en Hidalgo, en los que su desarrollo se asocia a cuestiones comerciales.

En el análisis demográfico, Veracruz tiene tres municipios con porcentajes altos de población indígena, Coyutla tiene 75.59%, Espinal 53.07% y Coahuatlán 43.20%, todos totonacos; en el caso de Puebla hay cuatro municipios que están sobre el 30% en una combinación de totonacos y nahuas. Hidalgo tiene dos municipios con grupos indígenas otomíes: Tenango de Doria con 62.67% y Acaxochitlán con 39.07%.



Diosa Hmuthe.



Tlaloc y los tlaloques (Opocheli, Nappatecuhtli, Yauhqueme y Tomiauhtcuhtli).



Escultura del dios Tajín, Fototeca Nacional Inah.

Destaca el caso de Honey en Puebla, que tiene una población indígena que representa el 31.29% de nahuas, ellos han optado por modelos económicos asociados al agua, por ejemplo, tienen la ruta de las nueve cascadas, esto contribuye a su desarrollo.

Adicionalmente se investigó cómo se relaciona la cultura y las creencias con los usos del agua, y se logró tener una cosmovisión. Identificaron la sacralidad asociada al agua; encontraron elementos de género, por ejemplo el agua representa fertilidad asociada con deidades femeninas como el caso de Hmuthe para los otomíes y, Apanchanej, para los totonacas-huastecos de la parte nahua; en tanto, la parte masculina tiene relación directa con el agua fuerte, tal es el caso de Tlaloc, Dios del agua para los nahuas, que tiene sus gestores, los tlaloques, quienes en dicha cosmovisión son los responsables de negociar la provisión del agua y que ésta llegue a las cosechas. En el caso de los totonacos, Tajín es ese Dios “travieso” relacionado directamente con los eventos meteorológicos extraordinarios, incluso puede provocar huracanes.

Así se tiene una geografía de las creencias de los pueblos, de los sitios sagrados del agua e incluso, de enfermedades asociadas, algunas veces relacionada con aspectos curativos del agua, incluso el agua mala es asociada a enfermedades.



Respecto a los indicadores de pobreza, los resultados indican que Metepec y Tulancingo de Bravo, en Hidalgo; Coatzintla, Poza Rica de Hidalgo y Tuxpan, en Veracruz y, Juan Galindo y Huauchinango, en Puebla, son los municipios que tienen los menores índices de pobreza de acuerdo con datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) 2020. Se observa una relación directa entre los municipios que tienen mayor porcentaje indígena es donde hay mayores índices de pobreza.

En la revisión del marco legal en el tercer orden de gobierno evidencia un carácter centralizado por la Conagua (Conagua), esto limita la capacidad de intervenir a los gobiernos locales y ello afecta las condiciones materiales y simbólicas de las comunidades. No hay un reglamento del agua, tampoco hay leyes de residuos sólidos y, además, hay muy pocas áreas naturales protegidas.

Veracruz es el estado con más contrastes, hay municipios muy desarrollados y con menos índice de pobreza, y otros prácticamente olvidados. Así se encuentra Coahuatlán, municipio con el mayor índice de pobreza en toda la cuenca, tiene más del 90%. Puebla es el estado que tiene mayor índice de pobreza, ello se debe a la desigualdad. La Sierra Norte es la zona más olvidada, la media queda en 76.3%.

Con relación a los conflictos sociales asociados con el agua, el problema más fuerte está en el **derrame de hidrocarburos**, es el de mayor frecuencia con **6.24%**; le siguen las **inundaciones y sequías** con igual porcentaje del **5.20%** y en tercer lugar sequías y *fracking* en igualdad de porcentajes con 3.12%.

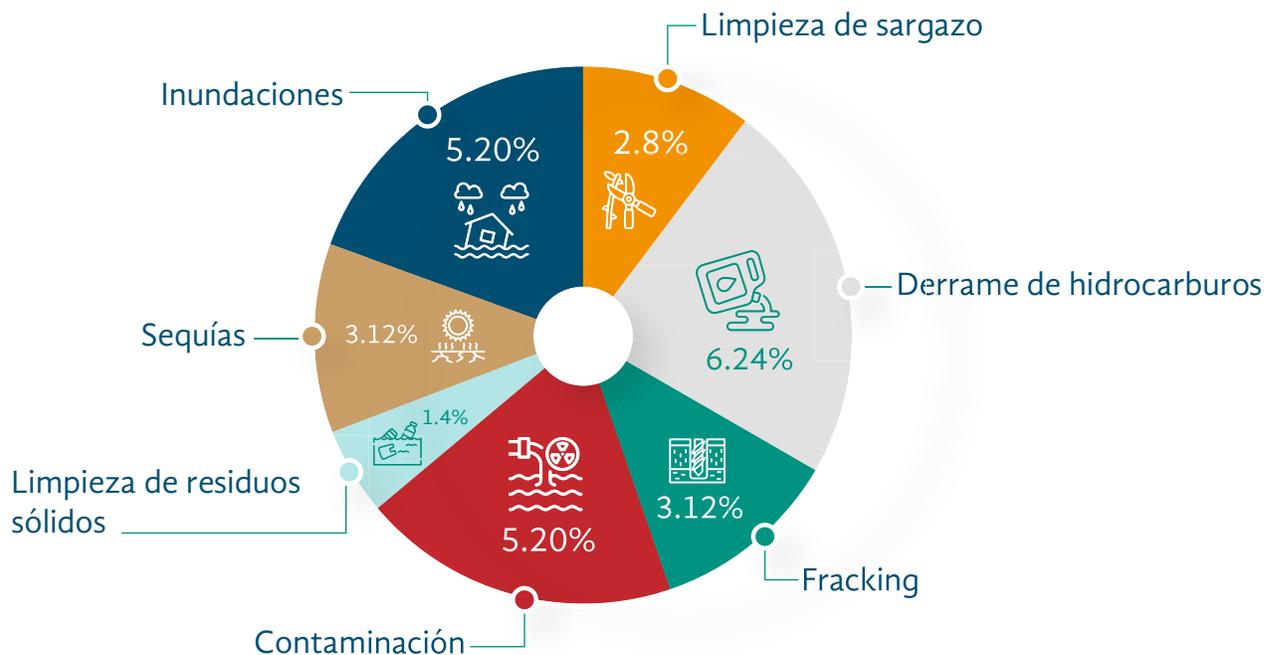
Las incidencias ambientales asociadas con el agua marcan que Venustiano Carranza y Poza Rica en Veracruz son los más impactados.

A partir de los hallazgos, el Comité Social propone una intervención situada a partir del apoyo de la escuela como punto de encuentro de la comunidad, donde diferentes agentes (docentes, tutores, estu-

diantado) intercambian saberes, habilidades y valores en búsqueda del desarrollo integral y la mejora de su entorno. Ir al campo y establecer el diálogo con las comunidades, crear espacios donde puedan expresar sus opiniones y necesidades, conocer la percepción de las comunidades sobre sus espacios naturales y que la educación sea situada, que se considere las creencias, costumbres, prácticas y saberes comunitarios sobre la naturaleza en el currículo educativo.

Que estos resultados sirvan como base para definir los municipios de intervención asociados a las características biogeográficas, culturales y económicas, considerando los lugares que tienen alta vulnerabilidad. 🌍

Frecuencia de Problemas asociados al Río Cazones



Fuente: El Colegio de Puebla, 2024.



Investigan el impacto de las *unidades económicas* por tipo de actividad

- La cuenca del río Cazonos cuenta con 63 977 unidades económicas
- 99% de las unidades económicas son mipymes
- Los municipios con mayor densidad demográfica tienen el mayor porcentaje de unidades económicas
- Recomiendan trabajo de campo para recuperar los saberes de las comunidades

Los avances y resultados de la investigación del Comité Económico, a cargo de El Colegio de Puebla, fueron expuestos por los doctores Alberto Vargas Hidalgo y Enrique Rosano Reyes quienes coincidieron en señalar que la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos generados por las cuencas están disminuyendo debido a los acelerados cambios en el uso del suelo, al intenso consumo de agua y al cambio climático.



Dr. Alberto Vargas Hidalgo

Se reconoce que la contaminación del agua en México es causada por aguas residuales, el 51% debido al uso público urbano y el 49% por el uso industrial con impactos al sector productivo, la contaminación, desequilibrios ecosistémicos y daños a la salud humana.

El “Análisis del potencial de impacto de las unidades económicas en la cuenca del río Cazones” responde a la necesidad de conocer las afectaciones generadas en la cuenca de acuerdo con el tipo de actividad económica, su ubicación y tamaño.

Vargas Hidalgo informó que el trabajo lo dividieron en tres grupos: ambiental, económico y social, todo ello para caracterizar la cuenca, desde el punto de vista geográfico y con esa base realizar un índice de vulnerabilidad económica.

Para determinar la vulnerabilidad económica se utilizó una metodología que desarrolló el panel intergubernamental de cambio climático y que aplica el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), éste mide, entre diversos factores, la edad y densidad de población; la población económicamente activa desocupada, la que tiene derecho a servicios de salud, población en condiciones de pobreza, la analfabeta; grado de explotación de acuíferos así como el valor de la producción agrícola de río y temporal, valor de la producción de ganado; superficie rehabilitada al riego y la superficie agrícola y, longitud de caminos rurales.

Rosano Reyes detalló que la investigación buscaba conocer las características de las unidades económicas presentes en los 28 municipios de la cuenca del río Cazones e identificar sus posibles impactos.

Para la investigación documental tuvieron como base el Directorio Estadístico de Unidades Económicas del Inegi (Denue)



con datos recientes de los años 2023-2024, fortalecido con la delimitación del área de estudio y el diseño de una cartografía.

Los resultados de la investigación de carácter exploratorio permiten determinar que existen 63 977 unidades económicas, 46% se ubican en Veracruz, 27% en Hidalgo y 27% en Puebla.

El 99% de las unidades económicas son micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes), y menos del 1% son empresas grandes.

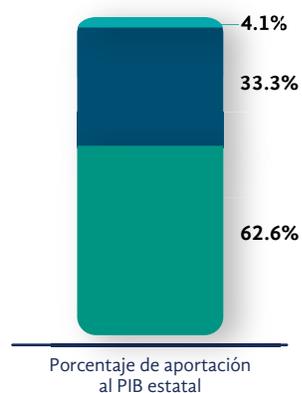
En cuanto al personal ocupado, se observa que el grueso está entre 5 y 10 personas.

Principales actividades económicas por estado



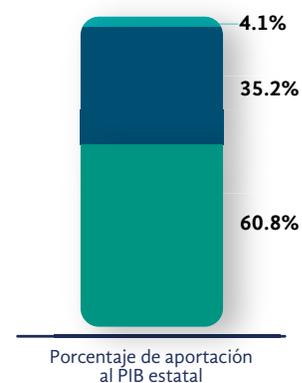
Hidalgo

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (2016)
● Actividades primarias	4.1
● Actividades secundarias	33.3
● Actividades terciarias	62.6
Total	100



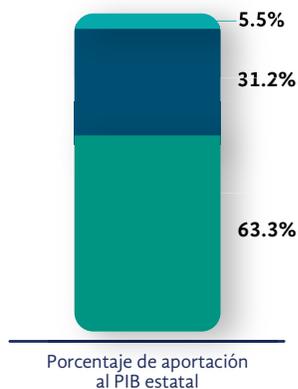
Puebla

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (2016)
● Actividades primarias	4.1
● Actividades secundarias	35.2
● Actividades terciarias	60.8
Total	100.1



Veracruz

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (2016)
● Actividades primarias	5.5
● Actividades secundarias	31.2
● Actividades terciarias	63.3
Total	100



Fuente: El Colegio de Puebla, 2024.

El sector con mayor presencia en la cuenca corresponde al “comercio al por menor” con un total de 12 151, lo que representa el 19%; seguido por “otros servicios excepto actividades gubernamentales” con 4957 que representan el 8% y, en tercer lugar, “servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas” con 3801 unidades, equivalente al 5.9%.

Hidalgo tiene un 62.6% de actividades terciarias; 33.3% de actividades secundarias y solo el 4.1% de actividades primarias. Esta constante es similar en Puebla y Veracruz y, en general, es semejante a otros estados de la República donde el sector servicios y comercio ocupan el primer lugar por sector económico, para el caso de Puebla es de 60.8% y Veracruz el 63.3%.

Veracruz es el estado con el mayor número de unidades económicas de la cuenca de los sectores minería; generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, así como de suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final, cuyo impacto al agua se ubica en el 40%.

Entre los hallazgos está que los municipios con mayor densidad demográfica de cada uno de los tres estados que conforman la

cuenca tienen el mayor número de unidades económicas, tal es el caso de Poza Rica en Veracruz; Huauchinango en Puebla y Tulancingo en Hidalgo.

La cuenca baja muestra más afectaciones por el número, tipo y tamaño de las unidades económicas localizadas, sobre todo en el municipio de Poza Rica, Veracruz.

Para finalizar, Rosado Reyes puntualizó la importancia de diseñar estrategias y políticas dirigidas al tipo de unidades económicas y se puedan establecer mecanismos de vigilancia y control, así como sistemas de gestión que mitiguen y restauren los impactos.

Estos resultados vinculados a los de los comités ecológico, social y económico, permitirán tener una visión más amplia, la cual debe complementarse con la visión ecosistémica y del codesarrollo; habrá que ir a campo, integrar la opinión de las comunidades, saber qué quieren y qué visión tienen para resolver la problemática socioambiental de la Cuenca.

Es importante retomar los saberes de las comunidades, se trata de provocar un sentido de apropiación y gobernanza y de un proyecto de rescate, que implica unir esfuerzos entre los tres órdenes de gobierno y las comunidades. 



Seminario Anual de Seguimiento de Proyecto “Plan de Gestión Integral de la Cuenca del río Cazonés desde el Ecodesarrollo”.

Evento realizado en el Auditorio del Complejo Multidisciplinario el 19 de junio de 2024.

Redacción

Hilda Colín García

Edición

Norma Solís Mérida

Apoyo en la edición

Eréndira Velázquez Campoverde

Diseño de portada

Mariana García Delgado

Diseño editorial

Mariana Barajas Tinoco

Mariana García Delgado

Apoyo en el diseño

María Fernanda Gasca Alcántara

Fotografías

Jonathan Flores Santiago

Las fotografías del contenido fueron retomadas de los bancos Pexels y Unplash.



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN