

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
CENTRO UNIVERSITARIO DE INCIDENCIA SOCIAL**

Sustentabilidad y tecnología

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa de Sustentabilidad y Desarrollo Inclusivo**



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

**PAP 1P02: San Pedro de Valencia: renovación urbana, saneamiento
ambiental y emprendimientos turísticos**

Monitoreo de Calidad del Agua y Comunicación y Educación Ambiental

PRESENTAN

Ing. Ambiental, Manuel Estévez Cortés

Ing. Ambiental, Belén Azucena González

Álvarez Lic. en Nutrición, Cesar Meza Ceseña

Ing. Civil, Daniel Marcelo López

Profesores PAP: Mtro. Héctor Morales Gil de la Torre, Mtro. Andrés Zuloaga Cano,
Lic. Brenda Valdez García.

Tlaquepaque, Jalisco, mayo de 2025

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	1
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	1
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	2
1.2 Caracterización de la organización.....	4
1.3 Identificación de la(s) problemática(s).....	5
1.4. Planeación de alternativa(s).....	6
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	9
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	17
1.7. Bibliografía y otros recursos.....	19
1.8. Anexos generales.....	0
2. Productos	6
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	9
3.1 Sensibilización ante las realidades	9
3.2 Aprendizajes logrados	11

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

Este Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) forma parte del Programa de Sustentabilidad y Desarrollo Inclusivo del ITESO, y se tituló “San Pedro de Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos”. El propósito general fue fortalecer las capacidades comunitarias para el monitoreo de cuerpos de agua, promoviendo el empoderamiento ciudadano y la acción ambiental colectiva. Retomando aprendizajes de PAPs anteriores, este proyecto buscó innovar en las metodologías de análisis fisicoquímico y en estrategias de educación ambiental.

Durante el semestre, se desarrollaron y replicaron tres métodos de análisis de calidad del agua (dureza total, alcalinidad total y oxígeno disuelto) en laboratorio, los cuales fueron compartidos con monitores comunitarios capacitados. También se elaboraron manuales de uso accesibles y se creó una base de datos estandarizada para almacenar los resultados. A nivel de incidencia, se impartieron talleres para docentes y monitores, y se realizaron campañas de comunicación y sensibilización sobre el cuidado del agua, con mensajes elaborados a partir de entrevistas a comunidades locales.

La metodología se estructuró bajo una lógica de proyecto con fases de diagnóstico, planificación, implementación y evaluación. Se emplearon herramientas participativas y formativas, buscando integrar saberes técnicos con conocimientos comunitarios. El trabajo fue acompañado de experiencias de campo, reflexiones éticas y acciones concretas orientadas a la justicia ambiental y social.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones que, de manera colaborativa, construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

La problemática ambiental en la región de San Pedro Valencia, ubicada en el municipio de Tala, Jalisco, ha impulsado diversas iniciativas orientadas a la sustentabilidad y la gestión adecuada de los recursos naturales. En este contexto, varios proyectos han abordado temas relacionados con el agua, los residuos, la restauración ecológica y el fortalecimiento del tejido social, buscando mejorar las condiciones ambientales y promover el desarrollo comunitario sostenible (Arce Mendoza, 2024).

Uno de los ejes fundamentales ha sido la problemática del agua, la cual se manifiesta a través de la contaminación y escasez del recurso en cuerpos hídricos clave para la región, como la Presa del Hurtado, también conocida como la Presa Valencia, y la laguna de Atotonilco. A partir de eventos críticos, como la contaminación de la presa en 2013 con melaza, las comunidades han trabajado junto con el ITESO en la implementación de estrategias de monitoreo y restauración ambiental. Estas iniciativas incluyen la capacitación en tecnologías de purificación, la reforestación para reducir la erosión, la implementación de centros de acopio y la promoción de humedales como soluciones alternativas de tratamiento de aguas residuales, entre otras (Arce Mendoza, 2024).

Dentro de las líneas y proyectos generados, está el de los monitores comunitarios, quienes a través de talleres han ido desarrollando herramientas para que estén capacitados en realizar estos procesos. Estas capacitaciones están dirigidas a personas que habitan en las diversas comunidades y que voluntariamente buscan prepararse como monitores comunitarios para participar de forma activa en la conservación de los antes mencionados cuerpos de agua.

Como parte del fortalecimiento de sus capacidades, se les proporciona entrenamiento en el uso de métodos microbiológicos y fisicoquímicos sencillos para medir la calidad del agua, así como indicadores que les permitan interpretar los resultados obtenidos. Además, se les entregan manuales con información detallada sobre el uso de los kits de monitoreo, junto con los reactivos necesarios para llevar a cabo las mediciones. De esta manera, las comunidades pueden realizar un seguimiento continuo del estado del agua en sus entornos y tomar decisiones informadas para su protección y recuperación.

Los municipios que han participado en los monitoreos son los siguientes:

- Atotonilco el Bajo

- El Refugio
- Santa Cruz de las Flores
- San Pedro Valencia
- San Antonio Mazatepec

Como se mencionó previamente, parte de las herramientas que se desarrollan en conjunto con los miembros de las comunidades, es la aportación de un kit para que puedan llevar a cabo los monitoreos de manera independiente. Miembros selectos de las anteriores comunidades han participado en talleres de capacitación para poder ser certificados como monitores, esto con el kit de monitoreo que se compra a la empresa estadounidense LaMotte. Los talleres son de invitación para todas las comunidades de los municipios previamente mencionados; sin embargo, puede ser que no siempre se cuente con toda la asistencia. Usualmente se llevan a cabo semestralmente.

A través de los monitoreos, no solo se espera la obtención de datos, sino también el fortalecimiento de las comunidades a través del empoderamiento de los monitores y miembros de estas. La capacidad de generar información sobre la calidad del agua les permite no solo entender mejor las problemáticas ambientales, sino también utilizar estos resultados como una herramienta clave para la comunicación y la incidencia en sus respectivos municipios. De esta manera, el monitoreo del agua se convierte en un mecanismo que no solo documenta la realidad ambiental, sino que también facilita la sensibilización y movilización social en torno a la preservación del recurso.

Esta capacidad de comunicar y compartir información sobre el estado del agua es crucial tanto para las personas que habitan en las comunidades aledañas a los cuerpos de agua como para los propios ecosistemas, que dependen de su conservación. Visibilizar y difundir esta información puede realizarse a través de diversas estrategias, entre ellas, el desarrollo de materiales audiovisuales. Estos han sido fundamentales para evidenciar los impactos de la contaminación y degradación ambiental, además de fortalecer la identidad comunitaria en torno a la preservación de los recursos naturales; sin embargo, no es la única vía ya que también se han promovido espacios de diálogo, encuentros comunitarios y procesos educativos que permiten amplificar estos mensajes y fomentar la acción colectiva en favor del medio ambiente (Hernández Guzmán, 2024). Además, el fortalecimiento del tejido social en comunidades rurales ha sido clave para el éxito de estas iniciativas. La creación de espacios educativos y de captación, como la Casa de Artes y Oficios en San Isidro Mezatepec, ha sido fundamental para la preservación de tradiciones y la

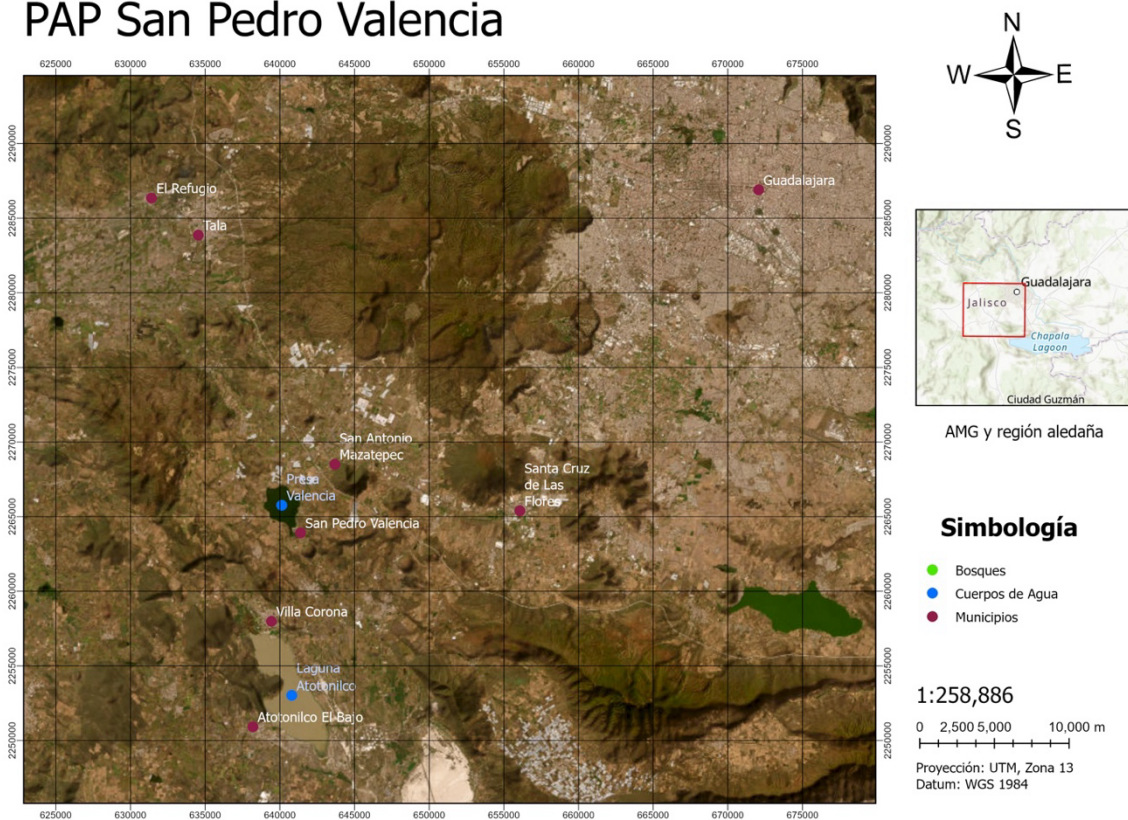
promoción del desarrollo sostenible. Este centro busca ofrecer alternativas de aprendizaje y empleo a través de talleres de charrería, herbolaria y sistemas de construcción tradicionales, promoviendo el sentido de identidad y arraigo entre la población local (Aldrete Bravo, M.F et al, 2024).

Las acciones implementadas en estos proyectos resaltan la relevancia de la colaboración entre instituciones académicas y comunidades locales, evidenciando que la búsqueda de soluciones a problemas ambientales y sociales requiere de un enfoque horizontal, integral y participativo. A través del fortalecimiento de capacidades y la generación de conocimiento compartido, estas iniciativas han buscado consolidar modelos de gestión sustentable que puedan replicarse en otras comunidades.

1.2 Caracterización de la organización

La organización de monitores agrupa a actores de diversas comunidades, entre las cuales destacan Atotonilco el Bajo, El Refugio, Santa Cruz de las Flores, San Pedro Valencia y San Antonio Mazatepec, cuyos miembros dependen de la salud del ecosistema acuático para sus medios de vida.

PAP San Pedro Valencia



Mapa 1: Municipios y cuerpos de agua

Su dinámica se organiza mediante un equipo diverso compuesto por miembros activos como Félix, egresado de Relaciones Internacionales del ITESO, encargado de la vinculación con autoridades y gestiones jurídicas; Pepe Lira, líder comunitario reconocido por impulsar acciones concretas en defensa del agua y dar seguimiento a procesos jurídicos relacionados con la protección de cuerpos de agua, quien participa junto con su hermana, involucrada activamente en diversas acciones del grupo, y su sobrino, estudiante de Biología en la UDG, recientemente certificado como monitor promotor de la reforestación comunitaria a partir de su propio huerto. A ellos se suma el Padre Chava, integrante reconocido y apreciado en Villa Corona, quien motiva permanentemente a la comunidad desde su rol como monitor, así como otros colaboradores en distintos municipios, entre ellos Lety y Lobo, que realizan monitoreos y análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, con el objetivo de fortalecer la defensa de estos cuerpos de agua en cada municipio.

Anteriormente, el monitoreo del agua era certificado por Global Water Watch, una organización internacional dedicada a la capacitación comunitaria y monitoreo ciudadano del agua. Sin embargo, debido al conflicto en Ucrania, esta organización dejó de tener acceso los reactivos necesarios para realizar sus análisis, dificultando el uso de este modelo de monitoreo. Frente a esta situación, se optó por desarrollar alternativas internas, utilizando recursos propios generados desde los laboratorios del ITESO.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

En San Pedro Valencia y sus alrededores se ha visto presencia de contaminantes en los cuerpos de agua como la melaza introducida por la industria, siendo un impacto inmediato y muy devastador, lo cual generó un miedo en pescadores y personas que se dedican a la venta de éste en los restaurantes, haciendo del sitio un lugar comercial y turístico

También se vio afectado su recurso más importante que es el agua y que ésta se vea afectada por la descarga de industrias mal reguladas.

Para tratar esta situación las personas de las de las comunidades buscaron ayuda con las autoridades, al ver que no había una respuesta de éstas, buscaron otras alternativas y entre ellas fue el poner en contacto con organizaciones, entre ellas el ITESO, que les pudieran ayudar a estar alertas a cualquier cambio en el agua ante la falta de atención de parte de las autoridades Por este motivo se empezaron a hacer monitoreos semanales en los cuerpos de agua, en los cuales las comunidades se quisieron involucrar, para saber cómo hacerlos y tener las herramientas legales necesarias denuncias formales a quienes no cumplen con las normas y afectan este recurso que es

tan importante en la vida. Otra de alto costo y la interpretación de los resultados arrojados por el kit LaMotte, además de que el abastecimiento de los reactivos representa un problema para el monitoreo constante de los cuerpos de agua. reactivos representa un problema para el monitoreo constante de los cuerpos de agua. reactivos representa un problema para el monitoreo constante de los cuerpos de agua.

Otra problemática ha sido la falta de conciencia y difusión de información correcta sobre lo que ha pasado por parte de las autoridades, además de la omisión de la realización de pruebas por parte de las autoridades para atender las denuncias que se han hecho por parte de los pobladores en base a los monitoreos realizados y registrados por los mismos, esto debido a que las autoridades correspondientes no han hecho bien su trabajo, sin embargo los pobladores han sido insistentes y han demostrado pruebas de la mala calidad del agua.

1.4. Planeación de alternativa(s)

Para fortalecer las capacidades comunitarias respecto al cuidado regional de sus cuerpos de agua, se llevarán a cabo distintas acciones enfocadas en la comunicación y educación ambiental, con el propósito de promover la conciencia individual y colectiva sobre esta problemática.

TABLA 2				
PROBLEMÁTICA GENERAL		Falta de conocimiento, herramientas y participación comunitaria para el monitoreo, conservación y gestión de los cuerpos de agua en las comunidades de Atotonilco el Bajo, El Refugio, Santa Cruz de las Flores, San Pedro Valencia, San Antonio Mazatepec, Tala y Villa Corona.		
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO		Fortalecer en los miembros de las comunidades (Atotonilco el Bajo, El Refugio, Santa Cruz de las Flores, San Pedro Valencia, San Antonio Mazatepec, Tala y Villa Corona) las capacidades para el cuidado de sus cuerpos de agua desde un enfoque regional.		
	OUTPUT	La creación de una agenda comunitaria para la recuperación de los cuerpos de agua, donde los	Incrementar el conocimiento y participación tanto individual como comunitaria,	La generación y obtención de información confiable sobre los cuerpos de agua de las comunidades previamente mencionadas.

	<p>monitores favorecen el diálogo y discusión de alternativas de saneamiento y conservación en el espacio público.</p>	<p>mejorar los hábitos y generar conciencia en el manejo y cuidado del agua, proporcionando información confiable sobre sus cuerpos de agua. Se logrará participando con personas de las comunidades u organizaciones locales y los monitores capacitados, quienes implementarán los protocolos y ayudarán a la divulgación y diálogo sobre alternativas de cuidado y conservación.</p>	<p>Las personas involucradas serían los monitores, para que entiendan y lleven a cabo los protocolos con mayor certeza, formalidad, tecnicidad y autonomía.</p>
<p>OUTCOME</p>	<p>Localidades participantes:</p> <p>Atotonilco el Bajo</p> <p>El Refugio</p> <p>Santa Cruz de las Flores</p> <p>San Pedro Valencia</p> <p>San Antonio de Mazatepec</p> <p>Ahuiscalco</p> <p>Se implementarán estrategias de comunicación y educación ambiental para informar a la comunidad y capacitar a los integrantes interesados sobre el monitoreo del agua, promoviendo su conservación y uso responsable.</p>		

OBJETIVO ESPECÍFICO	<p>Diseño y ejecución de talleres de capacitación a monitores.</p> <p>Diagnóstico de necesidades del grupo de monitores.</p> <p>Evaluación de los servicios de capacitación.</p> <p>Diseño y aplicación de instrumentos para el diagnóstico y evaluación</p>	<p>Implementar el taller del manual “El agua de todos” dirigido a docentes de nivel básico, con el fin de que lo utilicen como una herramienta educativa dentro de su periodo escolar.</p> <p>Generar y difundir contenido educativo que motive a la comunidad sobre la situación de los cuerpos de agua y el uso del monitoreo para su conservación.</p> <p>Diseñar y aplicar un sondeo comunitario para definir los mensajes clave sobre el cuidado del agua y la mejor manera de transmitirlos para la comunidad.</p>	<p>Diseño del manual para el monitoreo.</p> <p>Producción de reactivos en laboratorio.</p> <p>Acompañamiento al monitoreo semanal.</p> <p>Creación de un instrumento para estandarizar registro de información.</p> <p>Videos sobre cómo usar el Kit.</p>
	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
LUGAR EN EL QUE SE REALIZA	En el territorio perteneciente a la región señalada en el Mapa 1, titulado Municipios y Cuerpos de Agua PAP San Pedro Valencia.		
DESTINATARIOS FINALES	El proyecto beneficia a las personas miembros de las comunidades en su gestión del agua, profesores, estudiantes, monitores y gestores.		

DESTINATARIOS DIRECTOS	Maestros de nivel básico Estudiantes Monitores comunitarios
-----------------------------------	---

Se implementará el taller del manual educativo “El agua de todos”, dirigido a docentes de nivel básico. Este manual busca ser un herramienta didáctico que permita a los profesores abordar temáticas relacionadas con el agua dentro del ciclo escolar, promocionando actividades tanto en el aula como en casa. A través del método de la pregunta pedagógica, se pretende que los estudiantes desarrollen pensamiento crítico y reflexivo sobre las problemáticas asociadas al manejo y descuido del agua, promoviendo mejores hábitos y conciencia ambiental en escuelas y hogares.

Por otro lado, se generará y difundirá contenido para informar a los miembros de las comunidades sobre el estado actual de sus cuerpos de agua, promoviendo la continuidad del monitoreo de calidad del agua como una herramienta clave para su conservación. En este sentido, desde el ITESO se busca desarrollar alternativas al kit certificado por Global Water Watch, incluyendo la producción de reactivos en laboratorio y la adquisición de un sensor para medir indicadores fisicoquímicos, con el objetivo de fortalecer el proceso de monitoreo y garantizar la autonomía de las comunidades en la recolección y análisis de datos. Además, se llevará a cabo un sondeo para identificar las necesidades de la comunidad y las prioridades de los monitores, permitiendo la generación y difusión de contenido educativo que explique los resultados obtenidos y las medidas de prevención necesarias. Esto no solo busca fomentar una mayor participación, sino también generar conciencia sobre la importancia del cuidado del agua y su impacto en el bienestar comunitario.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Estrategia de comunicación y educación ambiental

Se detallan las principales estrategias implementadas en el proyecto, enfocadas en la comunicación y educación ambiental. Se abordarán las acciones realizadas, tales como el taller para profesores, difusión de mensajes para el cuidado del agua y del monitoreo de los cuerpos de agua.

Para comenzar con las actividades educativas, se realizó un taller para profesores sobre el manual “El agua de todos”, cuyo objetivo era que los docentes conocieran el manual y pudieran utilizar

las actividades o ejercicios dentro del ciclo escolar. Creando un espacio que permitiera conocer el método de aprendizaje del manual. De esta manera, junto con la presentación (anexo 4), se desarrolló un taller dinámico e informativo sobre el material educativo.

Toda la información fue extraída del manual. Aunque al realiza el primer taller, se observó que la sección de aprendizajes esperados según la SEP no estaba actualizada, ya que eran los alineamientos del 2017. Lo profesores comentaron esto, pero no impidió el desarrollo del taller, ya que los ejercicios y el contenido cubrían con algunos puntos del nuevo plan de estudios de la Nueva Escuela Mexicana. Para el segundo taller, se verificó que los aprendizajes del manual coincidieran con el sistema educativo actualizado, lo que fue confirmado. Por lo tanto, no fue necesario modificar el manual, solo ajustar la presentación para alinear con el nuevo sistema, sin restricciones de confidencialidad.

En ambos talleres la respuesta de los docentes fue positiva. Inicialmente había dudas y poco interés, pero conforme avanzaba la exposición, prestaban más atención. Las actividades y preguntas favorecieron la comprensión, lo que llevó a una participación más activa. Al finalizar la tercera actividad, la mayoría mostró interés por usar la herramienta en su proceso educativo, y algunos solicitaron dos manuales para compartirlo con otras escuelas. Aunque no se diseñó una encuesta para medir la implementación, ya que no queríamos que se percibiera como algo obligatorio, sino como un recurso de apoyo, se pidió a los profesores que documentaran con fotos o videos, si aplicaban alguna actividad en el futuro o para el siguiente ciclo escolar, lo que permitiría evaluar los resultados.

Para lograr la estrategia de comunicación, lo primero fue definir el mensaje que se quería dar a conocer. Para esto se revisaron documentales y se realizaron entrevistas. Durante los días en los que no se realizó el taller, se trabajó en generar contenido sobre las problemáticas del agua de la región y sobre los monitoreos de los cuerpos de agua. Se comenzó revisando dos documentales elaborados en semestres anteriores por los alumnos del PAP, uno sobre Ahuiculco y el otro sobre San Pedro Valencia. A partir de estos videos, se extrajo lo principal que la gente comunicaba a través de los documentales, pero sin ser estos todavía el mensaje central de la campaña.

Para obtener más ideas sobre el mensaje a transmitir, se realizó una breve encuesta en las personas de El Refugio y Tala, donde se les hicieron las siguientes preguntas: ¿Cuál es la problemática del

agua en tu región?, ¿Qué propones para el cuidado del agua?, ¿Qué te gustaría que tu comunidad comprendiera/supiera/recordara sobre este tema? y ¿Cómo darías ese mensaje? Se realizaron 16 encuestas, de las cuales dos fueron a monitores de las regiones con las que se está colaborando. De las respuestas obtenidas, se transcribieron y analizaron para identificar el mensaje central, la problemática más mencionada y el medio más adecuado para presentar la información.

Se escogieron tres mensajes principales, con posibilidad de ajustarse o modificarse según lo que el grupo de monitores decida:

- “El agua nos une, cuidarla es sobrevivir”. El grito de la comunidad que se organiza refleja la urgencia real: no es solo vivir mejor, es no morir por agua sucia o inexistente. En Tala, con agua café, y en Acatlán, con acuíferos agotados, cuidar el agua es literalmente una cuestión de vida o muerte.
- “El agua no es opcional, preservarla es urgente “. El agua es imprescindible para la vida diaria, no es un lujo, es una necesidad que usan para todo, donde no hay tiempo que perder con la contaminación (arsénico, agua amarilla), la escasez (sequía, bombas que fallan) y el descuido (tiraderos, ríos sucios).
- “Nuestra agua mueve comunidades, limpiarla nos sana”. El agua es el flujo vital de la vida diaria en las comunidades, sugiere que limpiarla no solo la salva, sino que cura a la comunidad, física y emocionalmente.

Además de los mensajes, se diseñaron tres carteles con ilustraciones de gotas de agua realizando diversas acciones relacionadas con el cuidado del agua. Estos carteles se utilizarán para mostrar los mensajes elegidos y se coloquen en centros o zona frecuentadas por la comunidad (anexo 8).

Esto buscó generar mayor concientización y divulgación sobre los monitoreos y manejo del agua. También se creó material informativo sobre los monitoreos de agua, explicando en qué consisten, que resultados ofrecen y para qué sirven. Uno de los materiales está orientado a informar sobre el proceso del monitoreo, y el otro se enfoca solo en los resultados y su interpretación (anexo 5 y 6). Ambas alternativas se crearon para compartir información relevante sobre las problemáticas actuales, tanto las mencionadas por la comunidad como las observadas por los monitores.

Monitoreos de calidad del agua con monitores

Dentro de la línea de monitoreos de calidad del agua, durante el desarrollo del PAP, se llevaron a cabo diversas actividades. Estas acciones incluyeron tanto trabajo en laboratorio como actividades formativas y de campo, orientadas a fortalecer las capacidades técnicas del equipo de monitores comunitarios.

En primer lugar, en el ámbito del laboratorio, se identificó la necesidad de replicar reactivos del kit de análisis de agua Lamotte, evitando su compra y promoviendo la autonomía técnica del proyecto. Para ello, se procedió a la identificación de cuáles eran los reactivos que estaban por agotarse, que correspondía a dureza total, alcalinidad total y oxígeno disuelto. Una vez detectados, se consultó el manual de procedimientos del kit Lamotte para comprender a detalle los métodos empleados, evaluando su viabilidad de replicación en los laboratorios del ITESO. Este análisis consideró tanto la disponibilidad de compuestos químicos como de los instrumentos necesarios, en diálogo constante con el encargado de los laboratorios, el Dr. Fernando Hernández.

Posteriormente, se estructuró un plan experimental con formato de práctica de laboratorio, enfocado en replicar el método fisicoquímico correspondiente, atendiendo las normas oficiales mexicanas (NOM) que regulan las metodologías de análisis de agua. Esta estandarización fue crucial para asegurar la validez técnica y la replicabilidad del procedimiento. Una vez estructurada la práctica, se procedió a la síntesis de los reactivos, siempre teniendo como referencia el procedimiento original del kit Lamotte, con el objetivo de facilitar su uso para los monitores y evitar discrepancias en la interpretación de resultados.

Otra actividad significativa fue la organización de un taller para monitores comunitarios (Anexo 1), como se demuestra en la imagen a continuación:



Imagen 1: Taller de monitoreo

Para esta capacitación, se diseñó un espacio formativo centrado en fortalecer el entendimiento de los métodos fisicoquímicos y microbiológicos del kit Lamotte, así como en comprender el significado de los distintos parámetros evaluados, como pH, oxígeno disuelto o dureza total. En esta ocasión, se presentó el primer reactivo replicado en laboratorio, el cual fue dureza total, permitiendo a los monitores observar directamente su uso y resultados. Esta dinámica no solo promovió el aprendizaje práctico, sino que permitió socializar los avances del proyecto desde una perspectiva de ciencia ciudadana.

Finalmente, se participó activamente en los monitoreos comunitarios de calidad del agua. En estas jornadas, los estudiantes PAP brindamos acompañamiento a los monitores locales, resolviendo dudas técnicas sobre los métodos, procesos químicos y ambientales, y proporcionando soporte en el uso de los reactivos generados en ITESO. Esta interacción reforzó el vínculo entre teoría y práctica, además de contribuir a una supervisión técnica más sólida de las muestras obtenidas en campo.

Como elementos que evidencian el trabajo, además del desarrollo de los reactivos y los registros visuales en fotos y videos, tales como los que se pueden ver en la presentación de FECIIT (anexo 2), se elaboraron materiales técnicos que sustentan el trabajo realizado. Entre ellos, destacan manuales de uso de los métodos replicados en el laboratorio del ITESO. Estos manuales (fueron

diseñados como infografías en formato de presentación, con el objetivo de comunicar de manera clara y accesible el funcionamiento de cada método.

Adicionalmente, estos breves manuales incluyen tablas comparativas entre el procedimiento original del kit Lamotte y su adaptación en ITESO (Anexo3). Estas tablas no solo explican las diferencias prácticas, sino que también incorporan curvas de calibración necesarias para la interpretación cuantitativa de los datos, como la relación entre el número de gotas agregadas y la concentración del analito (muestra de agua a analizar). Este tipo de recurso visual es esencial para garantizar la correcta lectura de los resultados por parte de los monitores, y para mantener la confiabilidad en los procesos de evaluación ambiental que sustentan el proyecto.

Cabe señalar que toda la información generada y utilizada durante esta línea del proyecto es de acceso libre, sin restricciones de confidencialidad. Esto facilita su uso para la formación de otros equipos, la difusión del conocimiento y la reproducción de las técnicas en futuros ciclos del PAP o en iniciativas comunitarias.

Como resultado del trabajo realizado en el marco de la línea de trabajo de monitoreo de calidad del agua, se lograron avances tanto a nivel experimental como en la generación de materiales de apoyo y difusión científica.

Los principales logros corresponden al desarrollo exitoso de tres métodos fisicoquímicos replicados en los laboratorios del ITESO.

1. El primero fue el método para la determinación de la dureza total, el cual permite cuantificar la concentración de cationes divalentes en el agua, especialmente calcio (Ca^{2+}). Estos iones están asociados a la capacidad del agua para formar incrustaciones en tuberías y calderas, y su presencia en altas concentraciones puede afectar procesos industriales y domésticos. Este parámetro es medido en miligramos por litro (mg/L) de carbonato de calcio (CaCO_3), siendo una referencia estándar en los análisis de calidad del agua.
2. El segundo método desarrollado fue el de alcalinidad total, un parámetro fundamental para conocer la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es decir, su poder amortiguador frente a cambios bruscos de pH. Esta propiedad es esencial para mantener la estabilidad química en ecosistemas acuáticos y en tratamientos de agua potable. La alcalinidad también

se expresa en mg/L de CaCO₃, lo que facilita su comparación con otros parámetros y normativas.

3. Posteriormente, se desarrolló el método de oxígeno disuelto, un indicador clave de la salud de los cuerpos de agua. El oxígeno disuelto refleja la cantidad de oxígeno libre disponible para los organismos acuáticos, siendo fundamental para la supervivencia de peces, invertebrados y microorganismos. Niveles bajos pueden indicar contaminación orgánica o procesos de eutrofización. Este parámetro se mide en miligramos por litro (mg/L) y su correcta evaluación es indispensable para diagnosticar la calidad ecológica del agua.

Durante el proceso de desarrollo de estos métodos, se identificó que, si bien su replicación en laboratorio era viable y formativamente enriquecedora, en términos operativos podía resultar costosa y demandante para un monitoreo constante. Por tal motivo, se optó por complementar el trabajo con herramientas digitales, como sensores multiparamétricos y tiras reactivas, las cuales permiten obtener datos confiables de manera más rápida, económica y accesible.

Otro resultado tangible del proyecto fue la elaboración de manuales de uso para los tres métodos desarrollados. Estos documentos incluyen instrucciones detalladas de ejecución, además de curvas de calibración específicas que permiten interpretar los resultados obtenidos, facilitando su lectura por monitores comunitarios con distintos niveles de formación técnica (Anexo 3).

Adicionalmente, se participó en la Feria de Ciencias FECIIT (Anexo 2), donde se llevó a cabo un taller enfocado en el monitoreo de calidad del agua. A continuación, se comparte una imagen donde se puede ver la exposición:

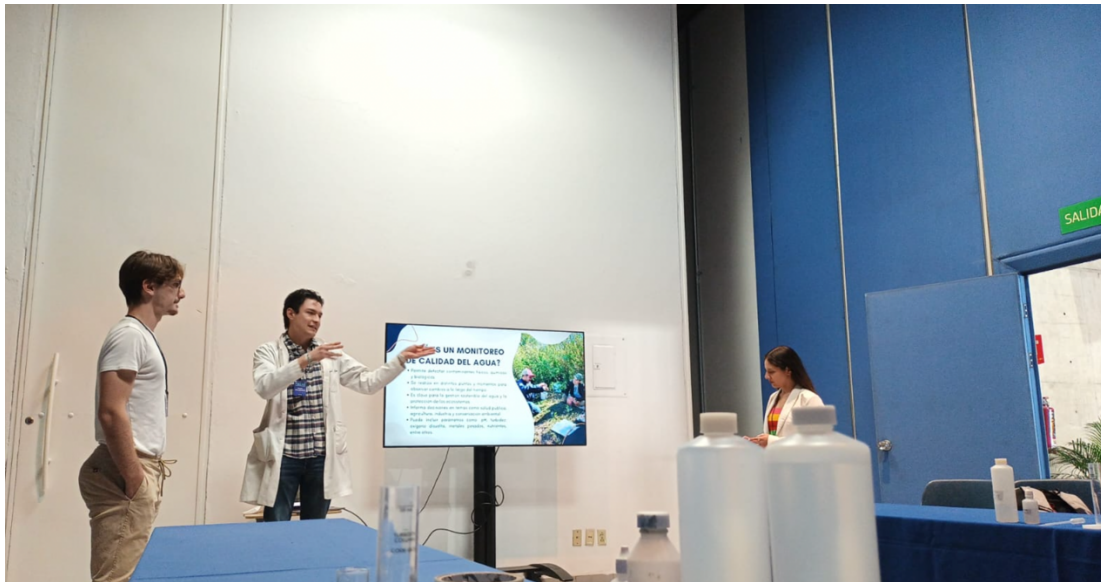


Imagen 2: FECIIT

En este espacio se abordaron temas de alfabetización científica, donde se resaltó la importancia de que las comunidades comprendan no solo los procedimientos técnicos, sino también el significado de los datos que generan. Durante el evento se expusieron los reactivos replicados en ITESO y se desarrolló una presentación.

Finalmente, también se encuentra la presentación y planificación de la presentación del taller de monitores que se mencionó previamente.

Base de datos y formulario

Con el objetivo de mantener un registro ordenado, estandarizado y útil a largo plazo sobre la calidad del agua en las comunidades monitoreadas se ha diseñado e implementado una base de datos en formato Excel. Esta herramienta permite almacenar de forma histórica y organizada los resultados de los monitoreos realizados.

Cada comunidad cuenta con una hoja específica dentro del libro de Excel, donde se almacenan sus respectivos registros. Para facilitar la captura de datos y evitar errores en el formato, se ha integrado una máscara de captura con macros que guía al usuario a través del proceso de ingreso. Esta máscara incluye filtros y validaciones para asegurar que todos los datos se registren con un formato homogéneo.

La base de datos cuenta con un gráfico dinámico que permite visualizar de manera inmediata y comprensible la evolución de los parámetros monitoreados. Esta herramienta facilita el análisis y la toma de decisiones con base en la información almacenada.

Para reforzar la estandarización del proceso, se ha propuesto el uso de un formulario físico común para todas las comunidades, que sirve como bitácora de campo. Los datos recopilados en estos formularios se transfieren posteriormente a la base de datos, garantizando coherencia en los registros. Estos formularios están diseñados para ser impresos y encuadernados, facilitando su uso por parte del personal encargado del monitoreo.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Conforme a las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el semestre, las respuestas de todos los profesores respecto a la educación ambiental fueron positivas. La mayoría comentó que consideran el manual una herramienta útil para abordar el cuidado del agua y que algunos de los ejercicios serían adecuados para sus clases, otros mencionaron que les serviría porque son temas que han intentado incorporar en sus clases.

A considerar, sería mantener actualizados los aprendizajes conforme a los alineamientos de la Nueva Escuela Mexicana. Aparte de esto, tanto la presentación, como las actividades planeadas y el manual, pueden ser utilizados en otros semestres, ya que este contiene valiosa información pertinente al contexto actual, utilizando un enfoque didáctico que fomenta el pensamiento crítico en los alumnos, motivándolos a tomar conciencia sobre el cuidado del agua y sus conceptos teóricos o técnicos.

Lo que se buscaba impartiendo este taller era que fuera una herramienta útil para los periodos escolares. No es necesario que se imparta exactamente cómo esta, ya que con el nuevo sistema educativo puede adaptarse a las necesidades de cada docente. Las buenas respuestas y el hecho de que varios profesores mencionaran que lo que lo usarían, demuestra que este material puede ser de gran ayuda para los docentes y puede aportar métodos y herramientas que antes no se implementaban de las clases. Esto es algo que puede continuar con los dos grupos de maestros con los que se pudo trabajar. Recordemos que para futuras aplicaciones del taller se piense de una

manera en que los maestros puedan dar cuenta del uso que hacen del manual, para respaldar que el contenido es útil para la educación primaria.

Por otro lado, las actividades para difundir el monitoreo y el cuidado del agua servirán como borradores o material final para su difusión. La principal intención al realizar las encuestas y encontrar el mensaje central era asegurarnos de que el mensaje no fuera creado por nosotros, si no que fuera elaborado con las aportaciones de la comunidad y los monitores, quienes son los que participan directamente. De esta forma, al presentarles la idea y los carteles, los monitores podrán decidir si usan todo o solo algunas de las opciones propuestas.

Además, se adaptó una estrategia de comunicación (anexo 7) que incluye los objetivos, mensajes, medios de difusión y alternativas para diferentes públicos, con el fin de que pueda ser utilizada en futuros planes de difusión. Los infográficos ayudarán a dar inicio al proceso de difusión sobre los monitoreos y a crear conciencia sobre el cuidado del agua en cada región. Estos materiales pueden experimentar cambios, siendo una opción adecuada para empezar a su difusión.

Para la parte de los monitoreos se lograron obtener reactivos confiables y replicables hechos en los laboratorios del ITESO por alumnos del PAP para la medición de dureza del agua, alcalinidad y oxígeno disuelto y que pueden ser utilizados in situ. También se hizo la propuesta de adquirir sensores para medir parámetros como pH, concentración de sólidos disueltos, oxígeno disuelto, entre otras cosas, para que de esta manera se puedan hacer los monitoreos más rápidos, confiables y efectivos sin necesidad de estar preparando reactivos y generando más residuos.

1.7. Bibliografía y otros recursos

Agredano Ruvalcaba, O.A (2024). ITESO. Gestión de residuos Tala, Jalisco. [Proyecto de Aplicación Profesional]. Programa de Sustentabilidad Socioambiental para el Desarrollo Inclusivo.

Aldrete Bravo, M.F., Villaseñor Ruvalcaba, M. & Alfaro Gardía, N.SITESO. PAP SIN TÍTULO. [Proyecto de Aplicación Profesional]. Programa de Sustentabilidad Socioambiental para el Desarrollo Inclusivo

Arce Mendoza, A (2024). ITESO. Monitoreo continuo y análisis de problemáticas en el territorio: Protección de cuerpos de agua en San Pedro Valencia [Proyecto de Aplicación Profesional]. Programa de Sustentabilidad Socioambiental para el Desarrollo Inclusivo.

Bruciaga Ramírez, J.C. & Díaz Ruiz, E (2024). ITESO. Humedal para el tratamiento de aguas residuales en El Zapote, Techaluta, Jalisco [Proyecto de Aplicación Profesional]. Programa de Sustentabilidad Socioambiental para el Desarrollo Inclusivo.

Hernández Guzmán, M (2024). ITESO. Las Voces del Río. Desarrollo de productos audiovisuales para el monitoreo del agua del Río San Antonio y la concientización de la importancia del agua entorno a la convivencia. [Proyecto de Aplicación Profesional]. Programa de Sustentabilidad Socioambiental para el Desarrollo Inclusivo.

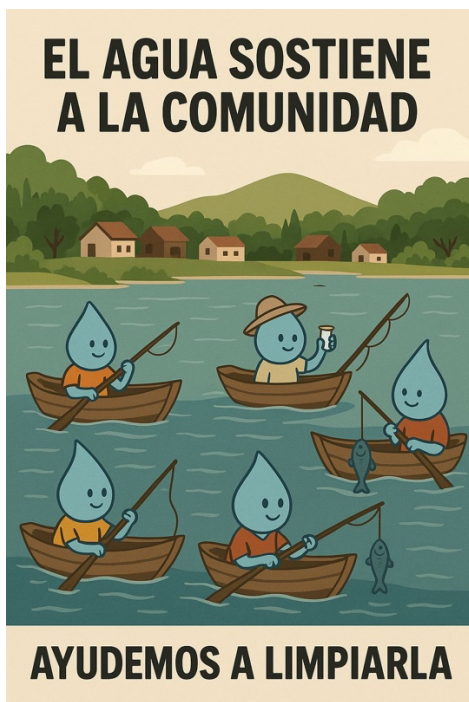
Ibarra Garibay, C. & Padilla Villanueva A (2024). ITESO. Taller de captación de agua pluvial en El Refugio, Tala, Jalisco, México [Proyecto de Aplicación Profesional]. Programa de Sustentabilidad Socioambiental para el Desarrollo Inclusivo.

https://www.canva.com/design/DAGmn0qgHEM/FI8srg8jlYEOtClCA2DFiA/edit?utm_content=DAGmn0qgHEM&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Anexo 7: Enlace - Documento de estrategia de comunicación:

https://iteso01-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/cn721713_iteso_mx/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B4BCB163F-80ED-49E5-9D4B-5766915D914F%7D&file=Document%20202.docx&action=default&mobileredirect=true&DefaultItemOpen=1&ct=1746495149985&wdOrigin=OFFICECOM-WEB.START.EDGEWORTH&cid=b3b2d55f-0713-4c68-8fc7-f6e4cc70798e&wdPreviousSessionSrc=HarmonyWeb&wdPreviousSession=52e1d0bd-6210-4539-9b75-8bcfd9360695

Anexo 8: Imágenes creadas para los mensajes:





Anexo 9: Cálculos estequiométricos (a, b y c)

a)

Reactivo Dureza Total

A) Pasos a seguir inicialmente

- 1) Preparar EDTA $\sim 10\text{mM}$ (Frasco 0.5mL)
- 2) Preparación de 4 estándares de CaCO_3 (50, 100, 150, 200) [4 frascos 0.125 L]
- 3) Preparación del buffer pH ≈ 10 .

EDTA $\approx 10\text{mM} \approx 1\text{mg}$ de CaCO_3

10mL

$\hookrightarrow 0.01\text{ L}$

$$50\text{ mg CaCO}_3/\text{L} \quad \frac{0.025\text{ g CaCO}_3}{0.500\text{ L}}$$

$$150\text{ mg CaCO}_3/\text{L} \quad \frac{0.075\text{ g CaCO}_3}{0.500\text{ L}}$$

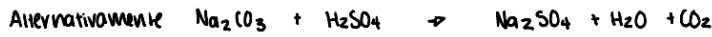
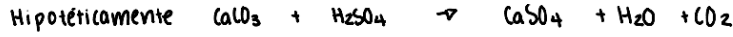
$$100\text{ mg CaCO}_3/\text{L} \quad \frac{0.050\text{ g CaCO}_3}{0.500\text{ L}}$$

$$200\text{ mg CaCO}_3/\text{L} \quad \frac{0.100\text{ g CaCO}_3}{0.500\text{ L}}$$

24 gotas \approx 0.5mL buffer \approx 0mL muestra	200	$\frac{\text{mg}}{\text{L}}$	CaCO_3
13 gotas \approx 1mL buffer \approx 10mL muestra	60	$\frac{\text{mg}}{\text{L}}$	CaCO_3
26 gotas \approx 0.5mL buffer \approx 10mL muestra	100	$\frac{\text{mg}}{\text{L}}$	CaCO_3
34 gotas \approx 0.5mL buffer \approx 10mL muestra	150	$\frac{\text{mg}}{\text{L}}$	CaCO_3

b)

Reactivo Alcalinidad Total



1 mL \approx 20 gotas $C_1V_1 = C_2V_2$

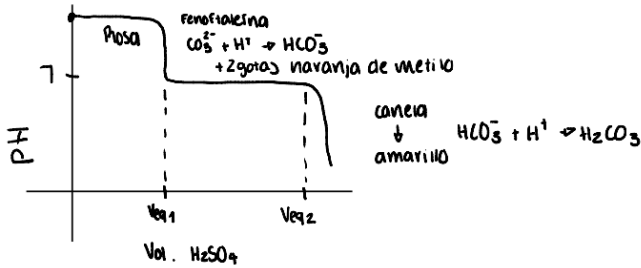
Lamotte dice: #gotas $\times 5 =$ alcalinidad [como $CaCO_3$ en $\frac{mg}{L}$]
reacciona con 10 mL muestra

Si gastamos 10 gotas de titulante, se supone que la concentración de la muestra sería de $50 \frac{mg CaCO_3}{L}$.

$$10 \text{ mL muestra} \times \frac{50 \text{ mg } CaCO_3}{1000 \text{ mL}} \times \frac{105.99 \text{ mg } Na_2CO_3}{100.09 \text{ mg } CaCO_3} = 0.53 \text{ mg } Na_2CO_3$$

$0.00053 \text{ g } Na_2CO_3$

26.47 mg $Na_2CO_3 = 0.02647 \text{ g } Na_2CO_3$
 \hookrightarrow Aforar a 500 mL



- Indicador
- 0.05g de rojo + 0.05 de verde
 - + 0.1g de tiosulfato de sodio
 - + 25 mL de propilenglicol al 95%
 - y aforar a 50 mL.

500 mL de ácido sulfúrico al 0.1%

suponiendo $S_{sin} \approx 1 \frac{g}{mL}$

$$500 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ g sin}}{1 \text{ mL}} \times \frac{0.1 \text{ g } H_2SO_4}{100 \text{ g sin}} \times \frac{100 \text{ g reactivo}}{98 \text{ g } H_2SO_4} \times \frac{1 \text{ mL}}{1.84 \text{ g reactivo}} = 0.217 \text{ mL de ac. sulfúrico}$$

\hookrightarrow se reporta en $\frac{mg}{L}$ de $CaCO_3$.



Alcalinidad Total ($\frac{mg}{L}$) = # de gotas $\times 5$

c)

Oxígeno Disuelto

NMX-AA-012-SCFI-2001

Reactivo 1) Sulfato de manganeso } 4167-G
Reactivo 2) Hidróxido de potasio }
Reactivo 3) Yoduro de potasio } 7166-G
Reactivo 4) Azida de sodio }
Reactivo 5) Acido sulfurico } 6141 WT-G

Almidón indicador es al 1%] 4170 WT-G 1.05g de azida de sodio
↳ separar precipitado
↳ 0.1% ácido salicílico

concentrado al 98% al] 6141 WT-G
64% ácido sulfurico]

ESTANDARIZAR EL SENSOR DIGITAL P/ HACER LAS PRUEBAS

Sulfato de manganeso
↳ 480g de sulfato de manganeso.
↳ 1L de agua destilada.

Tiosulfato de sodio
↳ 6.205g de tiosulfato.
↳ 1L de H₂O.
↳ 1 de Hidróxido de sodio.

Yoduro-azida de sodio
↳ 500g de hidróxido de sodio.
↳ 700g de hidróxido de potasio.
↳ 150g de yoduro de potasio
↳ 1L de agua destilada
↳ 10g de azida de sodio

Almidón
↳ 1L de agua destilada
↳ 20g de almidón.
↳ 2g de ácido salicílico.

Anexo 10: Formulario para monitores:

https://iteso01-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/daniel_marcelo_iteso_mx/EZpxUm5q6ttHvYJ7fJ0GC5EB5HzUHGnfz5E2aoYJUgY0Tw?e=uxY1wk

Anexo 11: Manual de uso de la Base de Datos:

https://iteso01-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/daniel_marcelo_iteso_mx/EcZpTxTgy-JKt138tuTDnbABRfD_U-qy2rtk_RkfgpJF5g?e=Rxi8E0

2. Productos

A continuación, se presentan a manera de lista, los productos que fueron generados durante el semestre:

Presentación del manual “El agua de todos”: Presentación elaborada como material de apoyo para introducir el manual, su metodología y contenido, y para comenzar con las actividades planeadas.

Infográfico de monitoreos de agua: Material gráfico diseñado para ser utilizado tal como está o modificado por los monitores, según deseen agregar más información o ajustar el diseño. Su propósito es servir como borrador y ofrecer preguntas que pueden utilizarse para generar nuevas propuestas de difusión.

Infográfico de resultados de monitoreo de agua: Material gráfico para comunicar los resultados de los monitoreos fisicoquímicos y bacteriológicos, basado en los informes e interpretaciones de los resultados de los cuerpos de agua proporcionados por ITESO.

Carteles con gotas de agua: Ideas de mensajes e ilustraciones diseñadas como borrador para los monitores, que pueden adaptarse o modificarse según lo que consideren adecuado para la comunidad. Las imágenes fueron creadas con inteligencia artificial.

Documento de estrategia de comunicación: Documento diseñado como borrador para presentar a los monitores, con un formato para organizar sus ideas de difusión, tanto de los monitoreos como de los mensajes de concientización sobre el cuidado del agua.

Producto	Descripción	Uso	Importancia
Reactivo de dureza del agua	Reactivo con un buffer que controla el pH para que no haga interferencia, EDTA (ácido etilenediaminotetraacético) como titulante y eriocromo negro como indicador para mostrar el punto final de la titulación	Se utiliza para medir la dureza del agua en mg/L de CaCO ₃	Al medir dureza del agua se obtiene la cantidad de iones de calcio y magnesio disueltos en el agua, el agua muy dura o dura puede generar incrustaciones en las cañerías y equipos, en el cuerpo humano puede reseca piel y cabello.

Reactivos alcalinidad	Reactivo con un indicador de color rojo que al contacto con el agua se vuelve en su mayoría azul y terminar la titulación se vuelve color rosado, reactivo de alcalinidad como titulante.	Su usa para determinar la capacidad del agua para neutralizar ácidos y se mide en mg/L de NaCO ₃	La alcalinidad en cuerpos de agua es de importancia porque actúa como un amortiguador, es decir que previene de cambios drásticos de pH, puede mitigar la toxicidad de metales pesados si es que los hay y ayuda a prevenir la corrosión de tuberías.
Reactivos oxígeno disuelto	Contiene solución de tiosulfato de sodio al 0.025 N, solución de manganeso, solución indicadora de almidón, reactivo yoduro de potasio alcalino – azida de sodio y ácido sulfúrico 1:1	Se determina la cantidad de oxígeno que hay en el agua en mg/L de O ₂ o bien en ppm	La cantidad de oxígeno disuelto es esencial para la vida acuática, nos puede hablar o no de la presencia de materia orgánica en un cuerpo de agua.
Manual para uso de reactivos (Anexo 3)	Breve manual que explica cómo se utilizan los reactivos que se realizaron en laboratorios de ITESO.	Se usa para que los monitores sean capaces de usar los reactivos sin necesidad de tener a un estudiante o profesor cerca.	Es importante debido a que de esta forma los monitores pueden trabajar de forma independiente, y tienen claro cómo utilizar e interpretar los resultados arrojados por los diversos métodos.

También se han desarrollado productos que buscan facilitar y estandarizar el proceso de monitoreo de la calidad del agua en las distintas comunidades involucradas. Estos productos están diseñados para ser herramientas útiles tanto para los monitores comunitarios como para los integrantes actuales y futuros del proyecto. A continuación, se describen:

- **Base de datos en Excel para el almacenamiento de información:** Se trata de un libro de Excel estructurado por comunidades, donde se recopilan y organizan los datos de los monitoreos realizados. Cada hoja del archivo contiene una máscara de captura, una tabla de almacenamiento, botones automatizados para el registro de datos y un gráfico dinámico que permite visualizar los resultados a lo largo del tiempo. Esta base de datos permitirá mantener un historial sistemático y ordenado

de la calidad del agua por comunidad y punto de muestreo.

- **Manual de uso de la base de datos:** Se elaboró un manual técnico y de usuario que explica el funcionamiento de la base de datos, detallando tanto la operatividad (ingreso de datos, uso de botones y gráficos) como los aspectos técnicos que permitirán su futura modificación o ampliación. Este manual está dirigido a los estudiantes y profesores del proyecto, con el objetivo de asegurar su uso continuo y correcto a largo plazo.
- **Formulario de campo (bitácora de monitoreo):** Se diseñó un formulario impreso para ser utilizado por los monitores comunitarios durante sus salidas a campo. El formato busca facilitar la recopilación de los datos de forma clara, estandarizada y completa, sirviendo como bitácora previa a la digitalización de los datos en la base de datos. Este formulario mejora la precisión y uniformidad de la información recopilada por parte de los monitores, quienes no necesariamente tienen formación técnica.

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

Además de documentar la experiencia y dar cuenta de los productos y resultados a los que se llegó en el PAP, el RPAP también tiene como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

Desde el inicio del PAP, fuimos conscientes de que estábamos por enfrentarnos a realidades distintas a las nuestras. Sin embargo, no fue sino hasta nuestra primera visita a Tala que comprendimos verdaderamente lo que implicaba ese encuentro con otras formas de habitar y resistir el territorio. Conocimos a personas como Fran y la hermana de Pepe Lira, quienes nos compartieron abiertamente cómo la industrialización creciente ha afectado profundamente sus vidas y su entorno. Nos conmovió mucho ver no solo las problemáticas que enfrentan, sino la forma en que las enfrentan: con una fuerza colectiva impresionante, con una convicción profunda en su causa y una disposición clara a luchar por el bien común. Fue en ese momento que comenzamos a posicionarnos todavía más como personas que tenían que escuchar, aprender y acompañar con humildad.

Después tuvimos otro encuentro significativo durante nuestro primer monitoreo, al lado del padre Chava. Su recibimiento tan cálido, con taquitos incluidos, nos hizo sentir parte de algo más grande. Durante esa visita, escuchamos a uno de los monitores que acababa de regresar de Estados Unidos tras visitar a su familia, y fue ahí donde supimos que Villa Corona es una comunidad fuertemente ligada a la migración. En el monitoreo, no solo aprendimos la parte técnica, sino que vivimos la energía emocional con la que se lleva a cabo: las personas que monitorean el agua lo hacen con entusiasmo, cariño y entrega, porque saben que ese acto tiene valor para su comunidad. Fue en ese momento que entendimos que el monitoreo no es solo un procedimiento, sino una forma de apropiarse del territorio y de ejercer autonomía.

Más adelante, durante el taller para monitores, vivimos una experiencia que reforzó ese entendimiento. Fue una jornada completa de diálogo, aprendizajes compartidos y

construcción colectiva. Nos gustó especialmente que la dinámica no se centró en que nosotros enseñáramos desde una postura de “expertos”, sino en que todas y todos compartiéramos conocimientos. En esa ocasión, Félix y Pepe nos hablaron de los procesos legales que están impulsando, como los amparos y las gestiones gubernamentales. Nos impactó ver cómo la lucha no es solo técnica o ambiental, sino también política y legal. Y más aún, cómo se organiza desde abajo, desde la gente.

También vivimos dos momentos valiosos en los talleres para profesoras y profesores, donde compartimos el manual del agua. A pesar de tener que quedarse más tiempo, mostraron gran disposición para aprender. En el segundo taller, se generó un momento muy significativo cuando nos cuestionaron directamente: “¿Y ustedes, qué están haciendo para cuidar el agua?” Nos confrontaron con nuestra posición de privilegio y nos señalaron, con toda razón, que quienes tenemos más recursos y acceso también tenemos mayor responsabilidad. Esta reflexión nos obligó a detenernos, mirar hacia adentro y reconocer que, si bien buscamos aportar desde nuestro contexto, también debemos seguir cuestionándonos y exigiéndonos más.

Otro momento importante fue cuando salimos a las calles a hacer entrevistas con personas de distintas comunidades para preguntar qué mensaje le darían a la sociedad respecto al agua. Ahí aprendimos muchísimo. Nos explicaron cómo, si una persona no paga, eso puede afectar a todo el sistema comunitario, y también nos sorprendió descubrir cómo la distribución del agua está marcada por la desigualdad territorial: zonas con mayores recursos reciben agua más limpia y sin interrupciones, mientras que otras zonas marginadas enfrentan cortes y menor calidad. Fue una lección directa sobre cómo la justicia ambiental está profundamente entrelazada con la justicia social.

Finalmente, dentro de las experiencias formativas que se diferencian entre sí, tuvimos la participación en la feria de ciencias. Pudimos presentar el trabajo que habíamos hecho durante el semestre, compartir lo aprendido y demostrar a personas que trabajan dentro de este rubro el progreso realizado. Fue un momento de reconocimiento, pero también de reafirmación: estábamos haciendo algo que tenía sentido, que era útil y que podía seguir creciendo.

3.2 Aprendizajes logrados

Manuel Estévez Cortés

Durante mi participación en este PAP, considero que desarrollé una gran variedad de competencias tanto disciplinares como sociales y universitarias. Puedo afirmar que fue una experiencia formativa integral, en la cual crecí de manera significativa en distintas dimensiones. Desde el primer momento, estar involucrado de forma constante en actividades de laboratorio representó una oportunidad clave para fortalecer mis habilidades técnicas, específicamente en el ámbito químico y de análisis de calidad del agua. Junto con Belén, tuvimos la responsabilidad de desarrollar tres métodos fisicoquímicos desde cero, lo cual implicó no solo aplicar nuestros conocimientos previos, sino también aprender a diseñar, adaptar y validar prácticas de laboratorio sin una guía docente constante. Esta experiencia fortaleció de gran forma mi capacidad de trabajo autónomo, mi criterio técnico y mi confianza para resolver problemas por cuenta propia.

Uno de los mayores retos fue precisamente esta autonomía en laboratorio. Enfrentarnos a procesos nuevos sin una supervisión directa hizo que tuviéramos que investigar más a fondo, leer materiales especializados, probar, fallar y ajustar. Sin embargo, gracias a la disposición para aprender y al apoyo de profesores a los que acudimos con dudas, fuimos capaces de superar estos obstáculos y cumplir con los objetivos del proyecto. Este proceso me mostró que soy capaz de asumir responsabilidades complejas y resolverlas con independencia y creatividad.

También profundicé en la comprensión de los cuerpos lénticos y lóticos, y en cómo se comportan diversos contaminantes dentro de ellos. Pude entender de manera más técnica no solo qué contaminantes están presentes, sino cómo se transportan, se transforman o se acumulan en diferentes condiciones. Esta perspectiva me ayudó a conectar lo aprendido en clase con su aplicación directa en campo y laboratorio.

En cuanto al desarrollo de habilidades universitarias y sociales, destaco dos experiencias en particular: mi participación en el taller para profesores y en el FECIIT. Ambas me permitieron mejorar mis habilidades de presentación y comunicación ante un público, lo cual reforzó mi confianza y capacidad de expresión en contextos académicos. Además, al estar en

contacto frecuente con personas de distintas comunidades, aprendí mucho sobre la importancia de la escucha activa. Si bien nunca me ha costado hablar, sí noto que tengo áreas de mejora en mi capacidad para escuchar verdaderamente al otro, no solo en lo que dice, sino en lo que implica y siente. Esta sensibilidad fue, sin duda, una de las competencias sociales que más se desarrolló en mí a lo largo del proyecto.

Belén Azucena González Álvarez

A lo largo del PAP considero que me tocó enfrentar algunas adversidades que me hicieron desarrollar diferentes competencias. Para empezar la generación de reactivos en el laboratorio junto con mi compañero de equipo Manuel y algo de ayuda del profesor Fernando Hernández fue algo muy nuevo para mí que me enseñó de disciplina, a organizar de forma efectiva mis horarios al igual que la coordinación de éstos con mi equipo de trabajo, la comunicación y también el trabajo autónomo.

Para mí el trabajo autónomo es uno de los aprendizajes más fuertes que me dejó el PAP por el hecho de no tener a alguien que se esté haciendo cargo de lo que estoy haciendo o que me diga que es lo que sigue y tener que tomar las riendas de la situación, además de ser quien tome las decisiones al igual de ser quien enfrente las consecuencias de una mala práctica, también aprendí a trabajar con personas que no sean de la misma carrera en la que estoy y que hay cosas que para mí son obvias basadas en los aprendizajes que he obtenido a lo largo de la carrera, pero que también debo acostumbrarme a hablar de una manera en la que todos aquellos que no sean científicos, ingenieros o personas que no tengan estudios, puedan comprender lo que les quiero transmitir a través de un lenguaje amigable.

Además de los aprendizajes ya obtenidos también pude mejorar el cómo hablar frente a un grupo de personas, llámese compañeros de clase, presentaciones de una propuesta, o la dirección de un grupo a través de las presentaciones que hemos tenido, los talleres y demás actividades.

Daniel Marcelo López

A lo largo de mi participación en el PAP, viví un proceso de adaptación, colaboración y crecimiento técnico y humano. Al inicio me involucré en el proyecto de infraestructura hídrica, donde conocí de cerca los desafíos reales que enfrentan comunidades como la de

Andrés Figueroa en cuanto al acceso a agua potable de calidad. Aunque por limitaciones del contexto no pudimos continuar por esa línea, esta primera etapa me permitió desarrollar habilidades de análisis crítico y comprensión de problemas por los que pueden pasar algunas comunidades.

Posteriormente me integré al equipo de comunicación y educación ambiental, un proyecto orientado a ayudar y guiar a monitores comunitarios en el monitoreo autónomo de la calidad del agua mediante procesos de alfabetización científica. Esta experiencia fue clave para desarrollar una sensibilidad social más profunda y reforzar mis habilidades de comunicación.

Una parte importante de mi labor consistió en la creación de una base de datos para el registro de parámetros de calidad del agua obtenidos en los monitoreos realizados por distintas comunidades. Gracias a esta tarea, fortalecí significativamente mis competencias técnicas en el uso de Excel, especialmente en la automatización de procesos mediante macros, así como en el diseño estructurado de sistemas de almacenamiento de información. También aprendí a investigar y comprender parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, lo que me permitió diseñar una base coherente y funcional. Valoro mucho poder haberme enfrentado a este reto por el hecho de que he tenido que afrontarlo sin tener conocimientos profundos sobre la cuestión que abordaba.

Además, elaboré un manual de uso para facilitar el entendimiento y la continuidad del uso de la base de datos, lo que me llevó a poner en práctica mis habilidades de redacción técnica, pensamiento sistémico y empatía hacia el usuario que vaya a utilizar el archivo. Esta capacidad de traducir lo técnico a lo comprensible es una competencia que valoro mucho y que sé que me será útil en mi vida profesional.

A partir de la experiencia en campo, tras el monitoreo de la presa de Valencia, identifiqué la necesidad de mejorar el registro inicial de datos por parte de los monitores comunitarios. Como respuesta, diseñé un formulario estándar que facilita la recolección de datos y mejora la consistencia de los monitoreos. Esta acción no solo reforzó mi capacidad de observación y mejora continua, sino también mi iniciativa y sentido de responsabilidad frente a los retos del proyecto.

Más allá de las habilidades técnicas, valoro especialmente el aprendizaje humano que me ha dejado este proyecto: he aprendido a trabajar con equipos diversos, a adaptarme a cambios

inesperados y a reconocer el valor de la colaboración entre universidad y comunidad. El contacto directo con las personas de la localidad, así como con mis compañeros de equipo, ha enriquecido mi formación tanto estudiantil como profesional.

César Meza Ceseña

Dentro de todas las experiencias PAP que me han tocado, solo dos, en esta aprecie mucho más el equipo y las personas con las que me rodeaba en clase, por lo que sentir algún reto no se sentía como tal porque todo fluía muy bien. Aprendí sobre temas educativos orientados al manejo del agua, lo cual me llamo la atención sobre todo el tener que dar un taller, es algo a lo que me gustaría dedicarme y pude desarrollar mejor las habilidades que ya tenía, tanto para exponer como para dar armar material para estas pláticas. Además, el involucrarme más en estos espacios educativos hizo que tuviera un interés en la pedagogía, a lo cual me dedico hasta cierto punto, pero logró incluso que me interesara armar un proyecto sobre ello junto con la nutrición.

Otros temas que logré aprender fueron sobre comunicación, donde desarrollé varias tareas para poder llegar a una idea bien fundamentada. Lo cual fueron conocimientos que dentro de mi desarrollo como nutriólogo me ayudarían.

Pero lo más importante para mí que logré reconocer fue el buen equipo que tuve y a mis profesores o asesoras, dentro de todo el semestre siempre tuve gran apoyo por parte de ellos y ellas, el cual hasta en los momentos que más llegué a estar inquieto me ayudaban a calmar muchas cosas, lo cual hizo de alguna u otra forma fuera más sencillo poder adaptarme a lo que se venía. Me quedo no solo con grandes habilidades de comunicación y educativas, también me quedo con muchas actitudes y palabras a repetir, ya que mi desarrollo como persona fue el más beneficiado, no solamente me guiaron en mi carrera, también me ayudaron a encontrarle mejor rumbo.