

**Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social (CIFOVIS)
Apuesta Sustentabilidad y Tecnología**

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa de Tecnología para el Buen Vivir I**



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

PAP TERRITORIOS: SABERES POR LA RECUPERACIÓN ECOLÓGICA (GRUPO A)

**Apoyo multidisciplinario a modelos de organización social e infraestructuras estratégicas de
gestión comunitaria del agua en la Cuenca del Río Santiago - Guadalajara**

PRESENTAN

Víctor Daniel Yeme Morfín, Estudiante de Ingeniería Civil
Juan Pablo Pérez González, Estudiante de Ingeniería Mecatrónica
Ricardo Gabriel Navarro Viña, Estudiante de Ingeniería en Desarrollo de Software
Juan Pablo Cortez Navarro, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales
Oskar Franz Chávez, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales
Enzo Uriel Sánchez Figueroa, Estudiante de Ingeniería Ambiental
Luis Tristán Franco Valdivia, Estudiante de Ingeniería Ambiental
José Manuel Corona Álvarez, Estudiante de Ingeniería Ambiental
Orlando Emmanuel Ireta Amador, Estudiante de Ingeniería Química

Profesores PAP
Carlos Alberto Roque Pineda
Aida Sofía Vargas Franco
Nadia Xochiquetzalli González Briseño

Tlaquepaque, Jalisco. Mayo, 2025

ÍNDICE

Índice de figuras.....	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	3
Resumen.....	4
1. Introducción, desarrollo y ciclo participativo del proyecto	5
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	5
1.1.1 Ubicación geográfica del escenario.....	6
1.1.2 Contexto hidro-social y político.....	12
1.2 Caracterización de la Organización	18
1.2.1 Historia de Ríos Vivos	18
1.2.2 Comunidades Atendidas.....	18
1.2.3 Mapa de actores.....	19
1.2.4 Actividades principales de Ríos Vivos.....	20
1.2.5 Estructura del equipo y roles	23
1.3 Identificación de las Problemáticas	24
1.4 Desarrollo de las Propuestas de Mejora.....	33
1.5 Valoración de productos, resultados e impactos.....	60
2. Reflexión crítica y ética de la experiencia	64
2.1 Sensibilización ante las realidades	64
2.2 Aprendizajes logrados	70
3. Bibliografía	75
4. Productos.....	76

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación geográfica de la Cuenca Río Santiago – Guadalajara	7
Figura 2: Ubicación de Juanacatlán, Juanacatlán.....	8
Figura 3: Caracterización poblacional y de vivienda en Juanacatlán.....	9
Figura 4: Caracterización poblacional y de vivienda en Casa Blanca	10
Figura 5: Caracterización poblacional y de vivienda en Ojo de Agua.....	11
Figura 6: Ubicación de Casa Blanca y Ojo de Agua, Poncitlán.....	11
Figura 7: Campaña de Greenpeace contra la contaminación del agua.....	13
Figura 8: Fotografía de manifestación, febrero de 2025.	15
Figura 9: Mapa de actores.....	19
Figura 10: Estructura del equipo y roles	23
Figura 11: Análisis de metales pesados en pozos en Poncitlán.....	26
Figura 12: Faena en humedal de Juanacatlán.....	29
Figura 13: Formulario desarrollado de definición de identidad institucional	34
Figura 14: Formato desarrollado de cadena de custodia para muestreo	35
Figura 15: Portada del protocolo de muestreo para la determinación de parámetros calidad.....	36
Figura 16: Pestañas relevantes del Sistema de Registro de Mediciones	39
Figura 17: Entrada de Datos	40
Figura 18: Hoja de Resultados	41
Figura 19: Base de Datos Oficial	41
Figura 20: Ejemplo de curva de calibración de la hoja de A1 – Curvas Vfijos	42
Figura 21: Resumen y detallado de parámetros de calidad del agua	43
Figura 22: Detallado de los procesos del Sistema.....	44
Figura 23: Solicitudes mensuales del Sitio riosvivos.org	45
Figura 24: Ancho de banda gastado mensualmente del Sitio riosvivos.org.....	45
Figura 25: Tabla de tráfico registrado por país mensualmente en el Sitio riosvivos.org.....	46
Figura 26: Configuraciones encontradas en la plataforma de Google	46
Figura 27: Correo phishing enviado a la cuenta institucional de Ríos Vivos	47
Figura 28: Planta de Terreno Natural.....	48
Figura 29: Vista isométrica del modelo BIM.....	51
Figura 30: Levantamiento Topográfico en Juanacatlán.	53
Figura 31: Caratula del documento de SPMP	54
Figura 32: Tareas alojadas en la plataforma Github Projects	55
Figura 33: Roadmap del proyecto alojado en Github Projects	55
Figura 34: Grafica de Burn up mostrando tareas agregadas vs tareas terminadas	56
Figura 35: Diagrama de infraestructura inicial	57
Figura 36: Diagrama de infraestructura actual.....	58
Figura 37: Base de datos del Sistema de administración	59
Figura 38: Arquitectura de seguridad digital	62
Figura 39: Infraestructura de red.....	63

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”.

Resumen

En el semestre de primavera 2025, el PAP TERRITORIOS brindó acompañamiento a las comunidades de Juanacatlán, Casa Blanca y Ojo de Agua, para seguir promoviendo la gestión comunitaria del agua en zonas afectadas por el deterioro ambiental de la cuenca del río Santiago-Guadalajara. Se trabajó con el proyecto Ríos Vivos, organización cuyo objetivo es desarrollar soluciones socio tecnológicas para mejorar la calidad, acceso y gestión del agua, mediante diversas actividades como experimentos de tratamiento de descargas, potabilización, monitoreo y educación. Se realizaron 5 visitas de campo para el diseño de alternativas y, junto con diversos actores involucrados, se identificaron necesidades a partir de las cuales se generaron los siguientes entregables: 1) Levantamientos topográficos y planos de diseño para nuevos humedales de tratamiento, 2) desarrollo de protocolos de muestreo y sistematización de datos, y análisis de calidad de agua en campo y en laboratorio, 3) rediseño de *backend*, infraestructura y tecnología (*Scaffolding*) de sitio web para desarrollo institucional de Ríos Vivos, 4) planeación de sistema de sensores de pH para monitoreo remoto en línea, comunicado con el sitio web y 5) estrategias y productos de seguridad digital para la organización comunitaria. Cada entregable implicó un diálogo con diversas personas clave y distintos productos intermedios como material audiovisual, entrevistas, sesiones de trabajo, etc. Se describen dichos procesos a lo largo del reporte. Finalmente, se presentan varias propuestas de continuidad para el siguiente periodo, y las reflexiones de este proceso que sigue vivo y fortaleciendo un proyecto innovador de ecología y justicia ambiental.

1. Introducción, desarrollo y ciclo participativo del proyecto

Este reporte ofrece un panorama sobre el desarrollo del proyecto, detallando los actores involucrados y su participación en el PAP. En términos generales, se analizaron las principales causas de la contaminación en la Cuenca del Río Santiago y se diseñaron propuestas desde un enfoque multidisciplinario para su atención. Al respecto, estas propuestas buscan fortalecer modelos de organización social, tecnologías e infraestructuras estratégicas que permitan una gestión comunitaria eficiente del agua en las localidades atendidas.

Para comprender el contexto, se inicia con una descripción de las comunidades y los desafíos que enfrentan en la gestión del agua. Sin embargo, esta problemática se inscribe en una realidad más compleja, interconectada con otras crisis ambientales y sociales que afectan la región. Posteriormente, se presenta a la Organización *Ríos Vivos*, surgida a partir de un proceso comunitario y académico como respuesta a la crisis hídrica en la cuenca del Río Santiago. En la sección correspondiente se destaca la historia, la estructura y las principales actividades de la organización, subrayando su papel en la defensa del acceso al agua y la justicia socioambiental.

Antes de definir las propuestas y productos del proyecto, se identificaron las problemáticas y áreas de oportunidad relacionadas con las acciones individuales y colectivas entre el PAP, la organización *Ríos Vivos* y las comunidades beneficiadas. En este caso, se determinó que el proyecto enfrenta diversos desafíos, entre ellos la falta de procesos claros para el análisis de la calidad del agua y las dificultades derivadas del registro manual de mediciones. Asimismo, se detectaron problemas de comunicación en la página web de *Ríos Vivos*, lo que complica el acceso a la información y las donaciones. También se evidenció una identidad institucional poco definida y la necesidad de reforzar la protección digital de los miembros de la organización.

Tras identificar los ejes potenciales de acción, los estudiantes de Ingeniería Civil, Química, Ambiental, Mecatrónica, Sistemas Computacionales y Desarrollo de Software propusieron diversas soluciones a las problemáticas detectadas. Estas iniciativas pueden agruparse en tres categorías: diseño y construcción de tecnologías comunitarias para el abastecimiento de agua, desarrollo de recursos y herramientas internas para la medición de su calidad y, por último, mejoras en infraestructura, seguridad y comunicación institucional de *Ríos Vivos*.

Finalmente, es importante resaltar que, para garantizar la inclusión de los intereses y necesidades de la organización y de la comunidad, las propuestas de mejora se compartieron o desarrollaron en colaboración con los actores involucrados, siguiendo el enfoque de ciencia comprometida. Esta perspectiva ha permitido que el proyecto tenga un mayor impacto y relevancia social. Además, este informe presenta los resultados más significativos de los productos generados, junto con las reflexiones y aprendizajes adquiridos por los estudiantes.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

En este PAP, se delimitó el estudio de la situación hídrica y socioambiental de la Cuenca del Río Santiago-Guadalajara, con especial enfoque en los municipios de Juanacatlán y Poncitlán. Con la finalidad de abordar lo anterior, la sección *Ubicación geográfica del escenario* presenta los puntos de encuentro y trabajo donde, en conjunto con las comunidades, se llevaron a cabo actividades de

planeación, ejecución, análisis y mantenimiento de tecnologías comunitarias para garantizar el acceso al agua.

Por su parte, el apartado *Contexto hidro-social y político* profundiza en la problemática de los cuerpos de agua más importantes de la región. En este apartado también se introduce el concepto de Zonas de sacrificio, clave para comprender las desigualdades ambientales y sociales que afectan a poblaciones vulnerables mediante la introducción de proyectos de industrialización en la región, bajo un esquema de vigilancia laxa por parte del Estado y que ha resultado en contaminación, el aumento de enfermedades y la degradación de los derechos humanos.

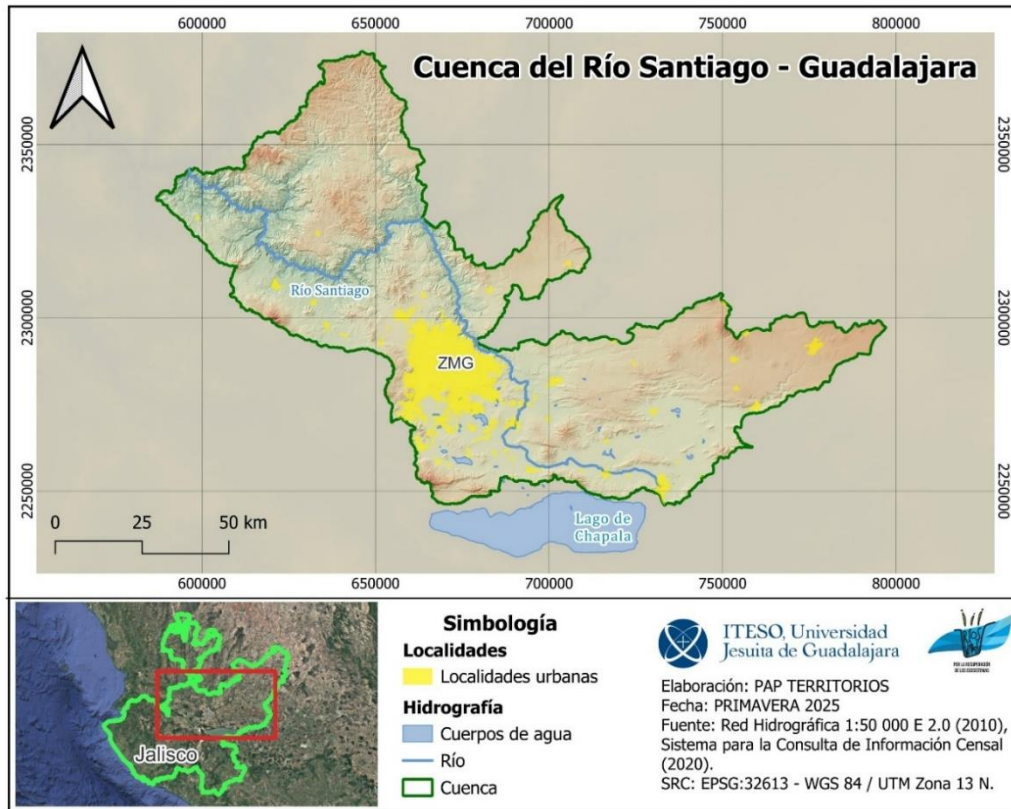
1.1.1 Ubicación geográfica del escenario

A continuación, se presenta la ubicación de la cuenca de estudio acompañado de un diagnóstico inicial de los municipios y localidades intervenidas, destacando datos históricos de población y el acceso de las viviendas al recurso hídrico. Además, esta sección tiene el objetivo adicional y preliminar de dimensionar la carga poblacional del Río Santiago, al mismo tiempo que se revisa si las dinámicas de población están basadas en la accesibilidad y disponibilidad del agua en las localidades.

Cuenca del Río Santiago – Guadalajara

El Río Santiago surge en la ribera del Lago de Chapala y su caudal fluye por diferentes municipios antes de discurrir la Zona Metropolitana de Guadalajara por el Noreste (Bollo Manent, 2016). Específicamente, la Cuenca Santiago – Guadalajara se compone de las subcuencas de los Ríos Verde, Corona, Zula, Calderón, La Laja, Cuixtla y Chico, corrientes superficiales que se extienden en regiones de Jalisco, Zacatecas y Nayarit (p. 3).

Figura 1 Ubicación geográfica de la Cuenca Río Santiago – Guadalajara



Fuente: Elaboración propia en QGIS

Aunque hay 38 municipios jaliscienses parcial o completamente acotados en la Cuenca Santiago – Guadalajara, el marco de estudio y análisis del presente PAP se ha delimitado en municipios con mayor aportación y/o aparición de impactos socioambientales en la región media y alta de la cuenca, que incluye la ZMG, El Salto, Juanacatlán, Poncitlán, entre otros. Al mismo tiempo, durante el ciclo Primavera 2025, se distinguen tres localidades intervenidas mediante diferentes acciones: Juanacatlán (Juanacatlán), Casa Blanca y Ojo de Agua (Poncitlán).

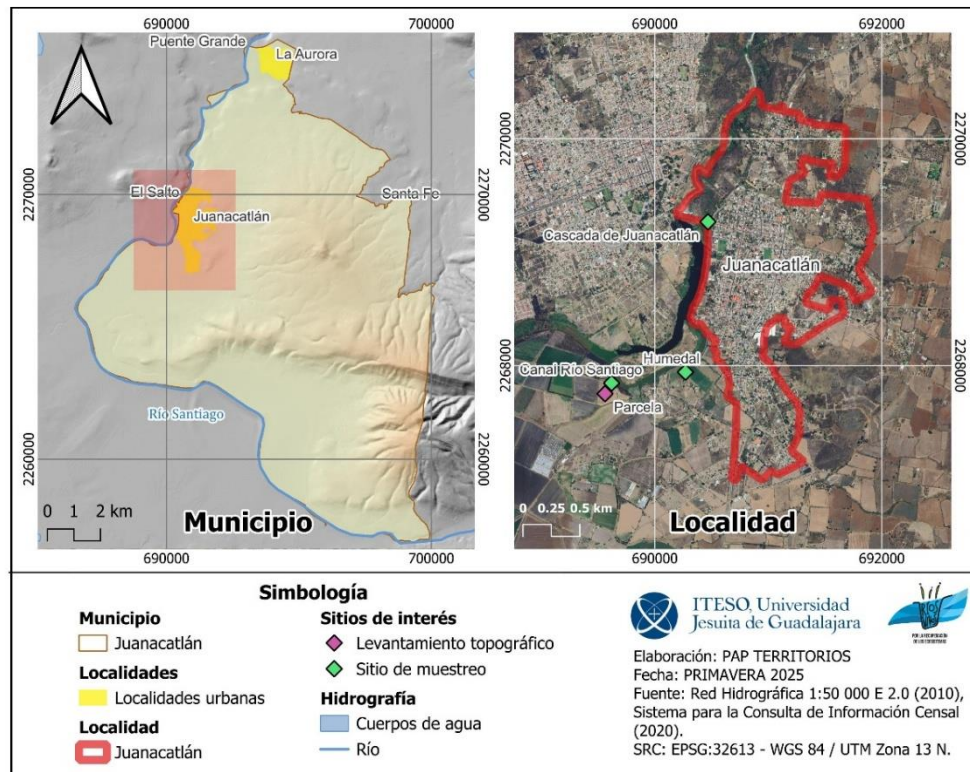
Juanacatlán

El municipio de Juanacatlán se localiza en la región Centro del estado de Jalisco y forma parte de la ZMG. Juanacatlán colinda con los municipios de Zapotlanejo, Tonalá, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Ixtlahuacán de los Membrillos, Chapala, Poncitlán y Zapotlán del Rey (IIEG, 2024a). El cauce y barrancas del Río Santiago delimitan la extensión de Juanacatlán desde el Sur con Chapala hasta el Noroeste con Tonalá.

En 2020, la población del municipio se estimó en 30,855 personas, lo que representó un aumento del 71.85% respecto al volumen poblacional de 2015 (p. 32). El municipio se encuentra en una fase de alto dinamismo demográfico debido a que cuenta con grandes extensiones de tierra ejidal donde se ha construido vivienda barata que ha mitigado el incremento de la demanda en la ZMG (Cárdenas, 2023). Dicho incremento poblacional se ha concentrado en la localidad de La Aurora que

actualmente tiene el 59.3% de la distribución poblacional del municipio, a tal grado de superar a la cabecera municipal, Juanacatlán, que tiene una distribución poblacional del 31.2% (IEEG, 2024a).

Figura 2 Ubicación de Juanacatlán, Juanacatlán

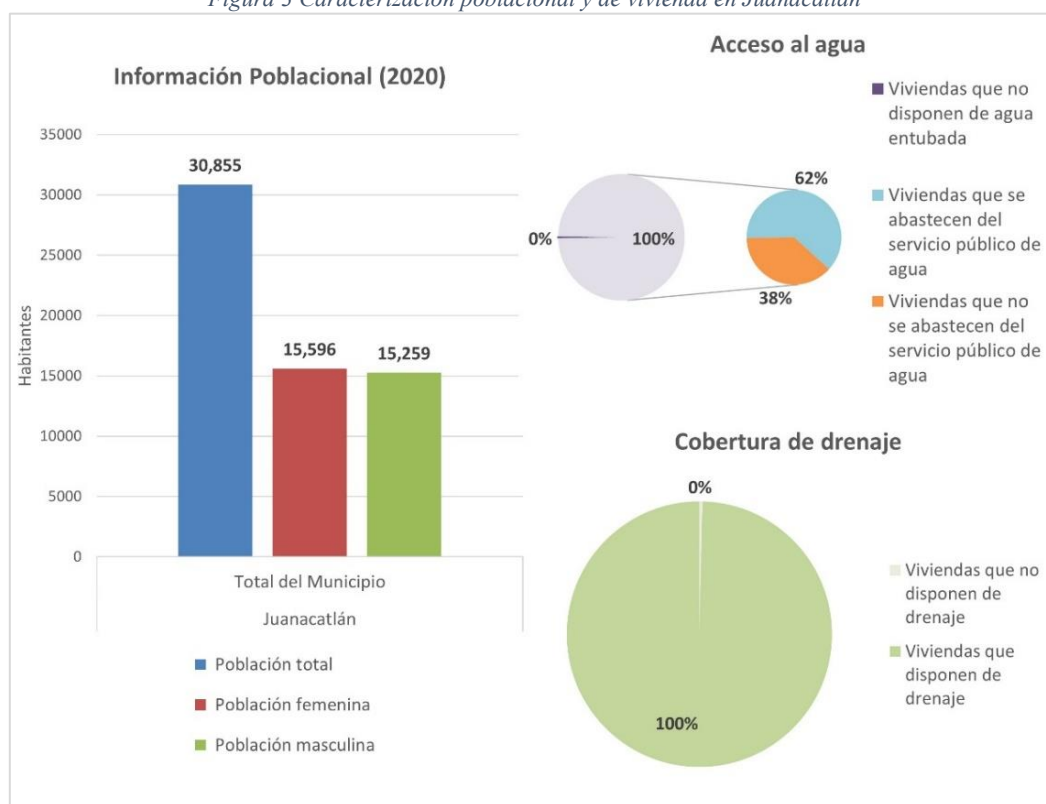


Fuente: Elaboración propia en QGIS

Aunque el servicio de drenaje atiende prácticamente a todas las viviendas del municipio, el abastecimiento público de agua entubada tiene una cobertura del 62%. Dicho problema de cobertura se observa en la zona norte del municipio donde, de manera reciente, se han construido fraccionamientos con alrededor de 11 mil viviendas que demandan mayor infraestructura para la extracción subterránea de agua (Cárdenas, 2023).

En esta localidad, Ríos Vivos tiene dirige el desarrollo de humedales para el tratamiento del agua del Río Santiago, con el propósito de utilizarla posteriormente en el riego agrícola.

Figura 3 Caracterización poblacional y de vivienda en Juanacatlán



Fuente: Elaboración propia basada en el Censo de Población y Vivienda (2020)

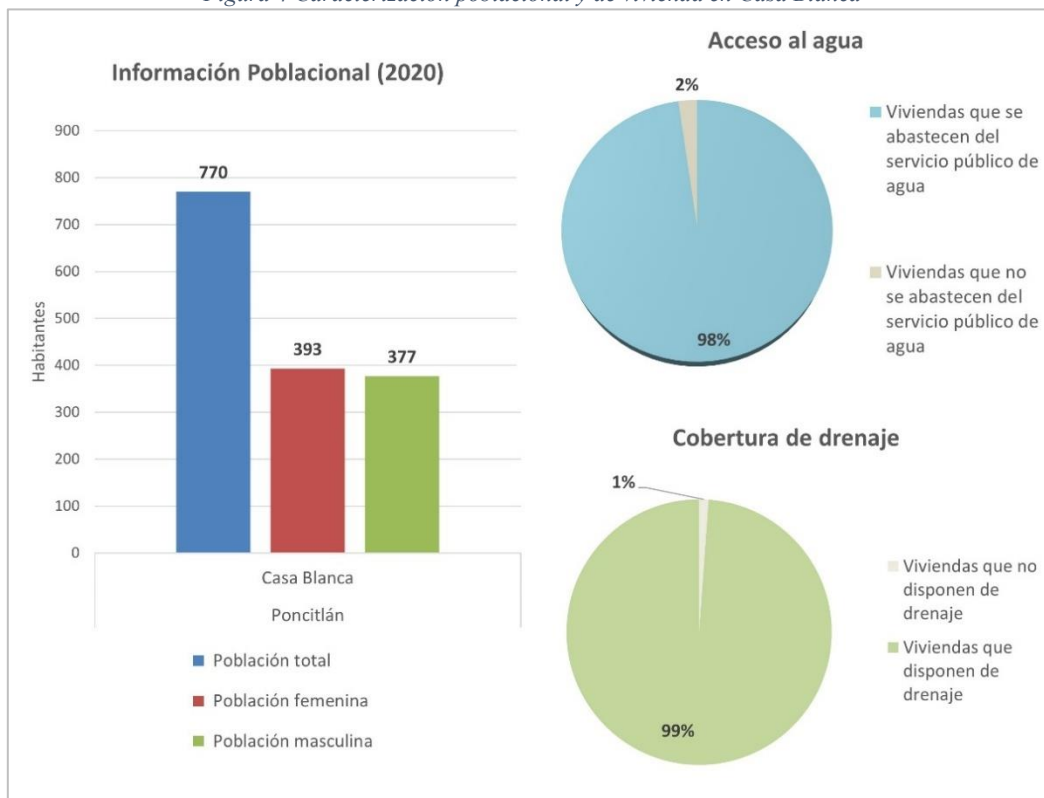
Casa Blanca

Casa Blanca es una localidad rural de Poncitlán asentada en la orilla del Río Santiago que colinda al Este con la localidad de San Miguel Zapotitlán y al Oeste con San Jacinto. Por su parte, Poncitlán se localiza en la región Ciénega del estado de Jalisco y es municipio vecino de Ocotlán, Zapotlán del Rey, Juanacatlán y Chapala (IIEG, 2024b), con el Río Santiago como límite municipal al Norte y el Lago de Chapala al Sur.

Casa Blanca tenía una población de 627 personas en el año 2000 y registró un aumento poblacional de 18.6% respecto a la población de 770 habitantes en 2020 (INEGI, 2000; SCITEL, s. f.). De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Poncitlán (Gobierno de Jalisco, 2012) la capacidad de distribución del recurso hídrico en el municipio no es igual de satisfactoria que la calidad del agua servida y la temporalidad de su distribución. Por ejemplo, en Casa Blanca se presentó un sistema de tandeo de agua debido a la capacidad de bombeo de extracción en la localidad y la cantidad del recurso hídrico, lo que causa que el agua sea surtida en los domicilios unos cuantos días a la semana a ciertas horas al día (p. 224).

En Casa Blanca se ha construido un humedal destinado al tratamiento de aguas residuales domésticas que se descargan en el Río Santiago. Además, cuenta con una planta purificadora como alternativa para el abastecimiento de agua.

Figura 4 Caracterización poblacional y de vivienda en Casa Blanca



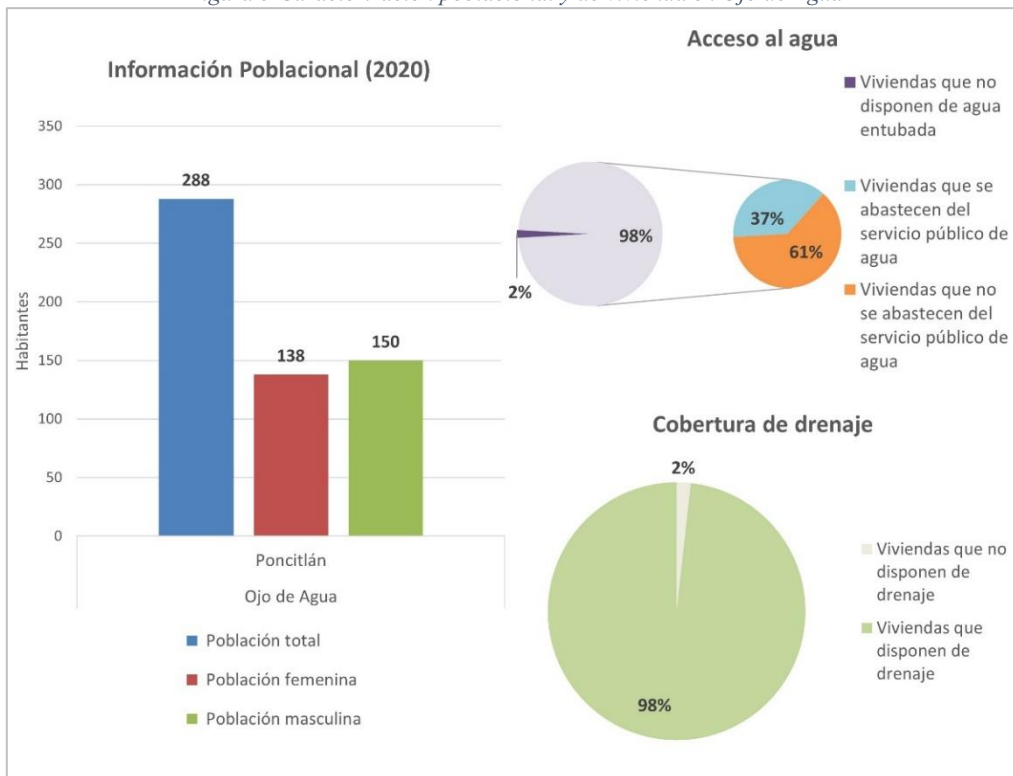
Fuente: Elaboración propia basada en el Censo de Población y Vivienda (2020)

Ojo de Agua

Ojo de Agua es una localidad rural de Poncitlán asentada en la orilla Norte del Lago de Chapala que colinda al Este con la localidad de Mezcala. Sin embargo, un estudio de derecho humano al agua y al saneamiento en comunidades del Lago de Chapala describe a Ojo de Agua como uno de los tres barrios principales de Mezcala, una comunidad indígena de la etnia coca con reconocimiento jurídico (Herrera-Lima, 2024). Un proyecto dirigido por Ríos Vivos pretende mejorar la calidad del agua extraída del Lago de Chapala mediante la implementación de un sistema de filtros.

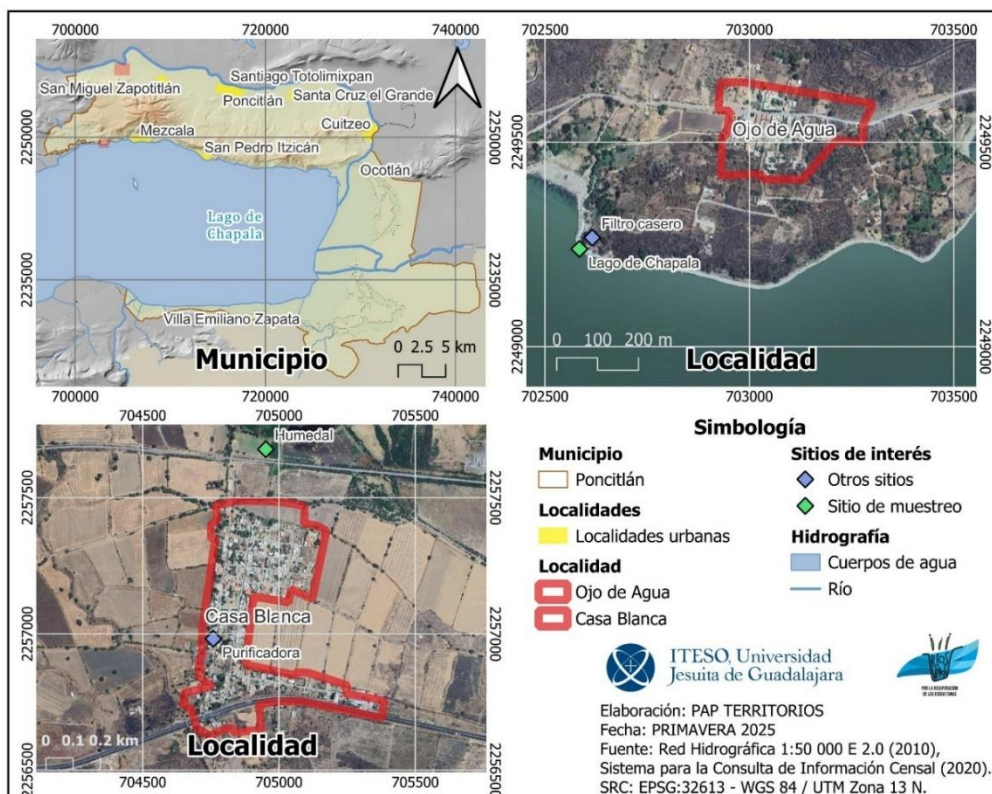
En el Censo General de Población y Vivienda 2000 se registró una población de 202 habitantes en Ojo de Agua, lo que representó un incremento de 29.9% al 2020 con una población de 288 personas (INEGI, 2000; SCITEL, s. f.). De acuerdo con Herrera-Lima (p. 116, 2024), los barrios de Mezcala extraen agua del Lago de Chapala al ser la principal fuente de suministro del recurso, pero también se han abastecido mediante un sistema de pozos artesanales activos. Específicamente en Ojo de Agua, el abastecimiento público de agua a través del sistema de tuberías tiene como fuente principal el Pozo Mezcala, pero varios hogares tienen pozos artesanales de aproximadamente 4 a 8 metros de profundidad, de los cuales directamente obtienen agua (p. 153).

Figura 5 Caracterización poblacional y de vivienda en Ojo de Agua



Fuente: Elaboración propia basada en el Censo de Población y Vivienda (2020)

Figura 6 Ubicación de Casa Blanca y Ojo de Agua, Poncitlán



Fuente: Elaboración propia en QGIS

1.1.2 Contexto hidro-social y político

La cuenca alta del Río Santiago, que abarca múltiples municipios y comunidades como Juanacatlán, El Salto, Casa Blanca y Ojo de Agua, es un territorio marcado por múltiples conflictos socioambientales generados por décadas de industrialización invasiva, políticas públicas que priorizan los intereses del capital y un modelo de desarrollo que segrega a los grupos originarios de la región. Esta zona ha sido catalogada por múltiples autores como una “zona de sacrificio”, donde la contaminación ambiental ha generado graves secuelas en la vida de sus habitantes (Trujillo, 2020).

El Río Santiago, referente inextricable del agua superficial de la región, recibe múltiples descargas industriales y de aguas residuales municipales sin un tratamiento adecuado a lo largo su extensión, lo que lo convierte en uno de los cuerpos de agua más contaminados del país y América Latina. Numerosos estudios realizados a lo largo de los años han demostrado la presencia de metales pesados (plomo, cobalto, mercurio) y compuestos químicos peligrosos como el benceno o el tolueno, asociados con enfermedades crónicas y muertes prematuras en la población local (McCulligh et al., 2007). A pesar de todas las denuncias de organizaciones como “Un Salto de Vida”, las autoridades se han mostrado renuentes a ejecutar cambios sustanciales en la problemática, incluso (por ejemplo) ocultando informes científicos cuyos hallazgos confirman la relación de la contaminación con la salud de las personas de las localidades, como el estudio de la Universidad de San Luis Potosí sobre metales pesados en niños, dicho estudio estuvo en manos de la Comisión Estatal de Jalisco por más de 10 años, y demuestra la presencia de agentes tóxicos como el arsénico, cadmio, mercurio y benceno en la población infantil de la región analizada.

Asimismo, en los últimos años los conflictos se han intensificado gracias a proyectos como la termoeléctrica “La Charrería” en Juanacatlán, la cual amenaza con consumir grandes volúmenes de agua en la zona ya afectada por los escasos hídrica y contaminar el aire de la región, además de representar la llegada de un proyecto de industrialización más agresivo para la comunidad de Juanacatlán (Trujillo, 2020), cuestiones que se abordarán más adelante. Esto mientras que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Ahogado es fuertemente criticada por su ineficacia y por servir como una herramienta del estado e inversionistas para impulsar desarrollos inmobiliarios en zonas de riesgo (Santana Belmont, 2020)

La fuerte resistencia comunitaria ha sido clave para poder visibilizar esta crisis. Varios colectivos han documentado los impactos a la salud de la contaminación de la zona, han promovido alternativas comunitarias como la agroecología y han luchado por hacer valer los Derechos Humanos de los habitantes de estas zonas afectadas. Sin embargo, la falta de regulación y la complicidad entre las autoridades e industrias para continuar marginando y empobreciendo de manera sistemática a los habitantes de las comunidades de la cuenca alta del Río Santiago mantienen a la región en un estado de emergencia socioambiental permanente.

Figura 7 Campaña de Greenpeace contra la contaminación del agua.



Fuente: (Greenpeace México, 2012)

Zonas de Sacrificio: Violencia Socioambiental y la disputa por la vida en el capitalismo tóxico

El concepto de zonas de sacrificio nace durante el desarrollo de la guerra fría por parte de los funcionarios gubernamentales de los Estados Unidos, con la finalidad de designar territorios para la minería de uranio y la disposición de desechos tóxicos en la fabricación de armas nucleares. Estas “zonas de sacrificio” eran parcialmente cercadas y deshabitadas debido a los efectos negativos a la salud y al propio ecosistema. Sin embargo, al pasar el tiempo estas zonas llegaron a ser ocupadas, principalmente por comunidades marginadas como pueblos indígenas y afrodescendientes, evidenciando un claro patrón de racismo ambiental y desigualdad estructural (Navarro Trujillo & Barreda Muñoz, 2022)

Siguiendo esta misma línea, se puede observar como el termino de “Zonas de Sacrificio” ha tenido diversos cambios y aportaciones en su actual definición, a partir de distintos conflictos y luchas que se han tenido en las últimas décadas. Algunos de los puntos de inflexión que sirvieron para moldear este concepto fueron los conflictos de 1982 en el condado de Warren County, Carolina del Norte, en donde se planteaba las descargas de desechos de PVC tóxicos en las comunidades afroamericanas, hispana y asiáticas. Así como la lucha por el territorio en West Harlem, Nueva York en contra de la construcción de una planta de tratamiento y depuración de aguas negras. Eventos como este no solo son la demostración de una evidente discriminación racial y étnica, sino que influyeron en la resignificación del término de Zonas de Sacrificio, adoptando un nuevo enfoque haciendo hincapié en las desigualdades ambientales y sociales que impacta mayormente a aquellas regiones y poblaciones más vulnerables. El control autoritario que ejercen las políticas estatales y empresariales para negar los derechos fundamentales a la vida, así como la negación a un acceso transparente a la información, generan eventualmente una desestabilización que subyuga a las comunidades más pobres y marginadas. (Navarro Trujillo & Barreda Muñoz, 2022)

En América latina, este término ha sido resignificado por movimientos socioambientales para denunciar como el extractivismo y la industrialización sacrifican a los territorios de poblaciones marginadas en nombre del llamado “progreso”. Como se ha mencionado de manera previa, la Cuenca Alta del Río Santiago (CARS) en Jalisco es un caso emblemático y muy evidente donde se ha documentado por décadas como la contaminación industrial ha convertido esta región en una “Zona de Sacrificio”, con altos índices de mortalidad y enfermedades crónicas para sus habitantes y una evidente degradación del medio ambiente en la región. Esta región enfrenta una “Violencia sacrificial”, donde el estado ignora normas, leyes y protocolos sobre el riesgo que los proyectos de industrialización masiva puede traer a la zona, y como menciona (Carmona & Navarro, 2025) citando a Bravo (2021) “Esta estrategia resulta efectiva, puesto que en estos territorios se naturaliza la violencia sacrificial a partir de programas y discursos que imponen un interés nacional, que se erige como lo más alto y valioso para la sociedad, pidiendo u obligando a algunos grupos a sacrificar sus tierras y sus formas de vida”.

Como señalan en un artículo de Avispa Midia (Tornell & Montaña, 2024), mientras que académicos y movimientos sociales denuncian estas áreas como “zonas de sacrificio”, el estado se encarga de rebautizarlas con eufemismos como “parques industriales”, “zonas económicas especiales” o, más recientemente “polos del desarrollo para el bienestar”. Es evidente que este no es un lenguaje inocente: el mismo busca enmascarar la violencia sistémica y estructural que sufren estas comunidades, donde el mal llamado “progreso” se construye sobre el sacrificio sistemático de los derechos humanos. Al suavizar el discurso utilizado, las autoridades e industrias normalizan un modelo de desarrollo neoliberal que externaliza los costos más grandes no monetarios (contaminación, enfermedades y degradación de los derechos humanos) a los territorios históricamente marginados del país.

Proyecto de termoelectrica “La Charrería” en Juanacatlán

Este proyecto, siendo una de las manifestaciones recientes más notables de los fenómenos mencionados entorno a las zonas de sacrificio, pretende instalarse en un espacio de 25 hectáreas cuyo uso de suelo actual está destinado principalmente a la agricultura en el municipio de Juanacatlán. Se prevé que la instalación se alimente del gas natural proveniente del gasoducto Villa de Reyes Aguascalientes–Guadalajara.

Como suele presentarse en proyectos de esta naturaleza y dada la ebullición del contexto en la zona, se encuentra atestado de irregularidades entre las que destacan la violación del enfoque de uso de suelo orientado a la conservación ambiental y la falta de consulta a las comunidades. Éstas se verían directamente afectadas por la alta contaminación asociada a esta forma de obtención de energía, con una gran dependencia de la extracción de colosales volúmenes de agua en un territorio en donde ya se cuenta con un panorama de afectación hídrica y biológica, aunado a la generación de ruido y la proliferación de gases que se asocian al aumento de enfermedades cardiopulmonares (Trujillo, 2020).

Como respuesta a la iniciativa, recientemente se han materializado una serie de exigencias y manifestaciones centradas en “recordarles lo obvio al estado [sobre lo dañino] que es seguir apostando por la industrialización del territorio” en palabras de Rebeca Nuño, del colectivo Un Salto de Vida. Ante esto, los manifestantes se trasladaron al Palacio de Gobierno, donde a pesar de la insistencia no lograron tener atención de las autoridades, para posteriormente desplazarse al Congreso de Jalisco en donde diputados de Morena, PT y Futuro brindaron atención y compromiso de trabajo en conjunto para la revisión del pliego petitorio, se mencionan algunos de los principales aspectos (Toledo, 2025).

- El cumplimiento de especificaciones de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos en cuanto a medidas cautelares.
- El freno de los presupuestos iniciativas por parte de diputados estatales y federales para la generación de energías con fuentes fósiles.
- El respeto del amparo de suspensión de plano a favor del municipio de Juanacatlán.
- Aumentar la vigilancia, regulación y sanciones a industrias contaminantes.
- La instalación de un plan de atención y prevención de daños a la salud en las poblaciones afectadas.

Figura 8 Fotografía de manifestación, febrero de 2025.



Fuente: Toledo, 2025

Comunidades de la Cuenca Alta del Río Santiago, Casa Blanca y Ojo de Agua

Las comunidades de Casa Blanca y Ojo de Agua, ubicadas en la ribera del Río Santiago y en la cercanía del lago de Chapala respectivamente, se enfrentan también a la crisis socioambiental derivada de la industrialización descontrolada y a la degradación histórica del agua. Estas localidades, aunque estén ligeramente menos afectadas por la industria que Juanacatlán y el Salto, siguen siendo parte de la ya definida Zona de Sacrificio. Un ejemplo de esto se ve en el conflicto en el que se ha encontrado la comunidad desde 2020, donde la comunidad de Casa Blanca y colectivos sociales descubrieron los planes de la empresa IENOVA, para instalar una Planta de Hidrocarburos, lo que podía llegar a significar el crecimiento desmedido de la industria en dicha área, y agravar el estado de Zona de Sacrificio para la comunidad.

El consejo indígena de la localidad de Casa Blanca eventualmente levantó un amparo legal contra la industria por posibles riesgos de explosiones y contaminación en la zona. Este consejo con ayuda de múltiples actores eventualmente logró suspensiones judiciales para frenar el proyecto en cuestión, argumentando también violaciones al derecho de consulta previa y riesgos ambientales. Sin embargo, la comunidad denuncia que, a pesar de las suspensiones, la empresa continúa operando a la fecha bajo múltiples permisos irregulares atrayendo más industrias al área.

El caso de vulnerabilidad ante la contaminación y la marginación también ha afectado a la comunidad de ojo de agua, la cual, debido a la su cercanía al lago de Chapala (contaminado en gran medida a través de los años) exige desarrollar métodos de detoxificación y obtención de agua viable para el consumo y uso humano. Estas comunidades representan dos conceptos clave de las “Zonas de Sacrificio”, por un lado, como se mencionó previamente, son territorios donde el estado y el capital externalizan la muerte, y por otro lado, son espacios que reinventan prácticas necesarias para la vida digna. En comunidades como estas, alternativas para la obtención de recursos con la menor cantidad de riesgos son muy importantes, y esto se debe hacer a través de proyectos que reivindiquen la autonomía hídrica y alimentaria de las localidades, frente a un modelo que mercantiliza el agua y los alimentos dignos.

Humedales construidos y potabilizadoras: soberanía hídrica en territorios en resistencia

En la Cuenca Alta del Río Santiago, donde el Estado ha abandonado su obligación de garantizar agua limpia y un medio ambiente sano, los humedales construidos y las potabilizadoras de agua surgen como una herramienta de soberanía y autonomía comunitaria. Estos sistemas de humedales, los cuales aprovechan procesos naturales para tratar aguas residuales con hasta 99.98% de eficiencia de remoción de coliformes fecales (Navarro-Frómata et al., 2019), representan una alternativa vital para comunidades como Casa Blanca y Ojo de Agua.

A diferencia de las costosas y centralizadas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, que frecuentemente fracasan en zonas rurales por falta de mantenimiento y atención (Martel Rodríguez, s.f.), los humedales construidos operan desde un punto comunitario, utilizan materiales locales y sencillos de conseguir (tezontle y plantas nativas) y requieren de una participación de la comunidad para su funcionamiento y cuidado. Estos sistemas no solo mitigan la contaminación, sino que reivindican el derecho al agua en un territorio donde se busca privatizar este recurso.

Aunque existen múltiples limitantes para la implementación de los humedales como método de tratamiento de aguas, como la disponibilidad de tierra en zonas donde el avance industrial e inmobiliario es cada vez más implacable, estos métodos representan un verdadero valor en el cuestionamiento del paradigma del sacrificio. Mientras que el estado invierte en infraestructura de tratamiento de aguas que beneficia a industrias y a la generación de capital (como la PTAR del ahogado, usada para justificar desarrollos inmobiliarios), los humedales son la demostración de que existen alternativas dignas, descentralizadas y en manos de las comunidades.

Planeación de alternativas y productos realizados en ciclos pasados del PAP

El siguiente apartado del contexto, pretende evidenciar la evolución de los distintos entregables realizados durante los semestres de primavera y otoño del 2024. Pues nos permite comprender y conocer aquellas metodologías, disciplinas y soluciones técnicas que resultan fundamentales al aportar conocimientos desde diferentes campos y profesiones, además de fortalecer nuevas iniciativas e investigaciones para afrontar las principales problemáticas y objetivos que se tienen dentro de la organización de Ríos Vivos y el PAP “Territorios”, identificando como prioridades el acompañamiento a las comunidades afectadas por la grave contaminación del río Santiago, así como la elaboración de técnicas y protocolos para el muestreo y mejoramiento de la calidad del agua en la región.

Durante la primera etapa del PAP se lograron establecer una serie de manuales para el muestreo con protocolos estandarizados y un catálogo de parámetros a considerar por parte de las comunidades con el fin interpretar los resultados de los muestreos e identificar los principales contaminantes que existen en el agua. Asimismo, se comenzó a desarrollar un informe de investigación sobre el tratamiento de Microcistinas en el lago de Chapala, en donde se logró identificar concentraciones de las mismas que superan los rangos permisibles. Paralelamente, se estuvo trabajando en propuestas de mejora para los humedales existentes en Juanacatlán y Casa Blanca, basados en un catálogo con la selección de vegetación debido al tipo de contaminante que se remueven.

En definitiva, las descargas industriales y las aguas residuales municipales, cargadas de compuestos químicos peligrosos, han generado un entorno tóxico y los hilos conductores de las “Zonas de Sacrificio” que se traduce en impactos severos en el medio ambiente, enfermedades crónicas y un aumento en la mortalidad focalizada. Diversos colectivos han documentado estos impactos, evidenciando la urgencia de medidas para mitigar los efectos de la contaminación y proteger a quienes viven en estas regiones afectadas. La crisis ambiental en estas zonas no solo exige un análisis profundo, sino también acciones concretas que promuevan la justicia ambiental y la salud y bienestar públicos.

La complicidad entre las autoridades y privados ha permitido la expansión de proyectos de industrialización masiva sin el cumplimiento de normas ni protocolos que protejan a las comunidades ni al medio ambiente. Este escenario da lugar a una forma de “violencia sacrificial”, en la que el Estado ignora deliberadamente los riesgos y consecuencias de la contaminación, afectando de manera desproporcionada a las poblaciones más vulnerables y profundizando las desigualdades ambientales y sociales.

Para mantener una apariencia de gestión responsable, aquellos dueños del discurso recurren a eufemismos que diluyen la gravedad del problema y dificultan la exigencia de soluciones reales. En este contexto, los esfuerzos ciudadanos no solo buscan mitigar la contaminación, sino también reivindicar el derecho al agua como un recurso fundamental que debe protegerse frente a las tendencias de privatización y saqueo, en un panorama de violencia perpetuo. Ante esta realidad, la integración de proyectos de gestión de actores y recursos (como lo es la academia) y la lucha por la justicia ambiental, respetando a los derechos de cada una de las comunidades, es un escenario primordial por el cual luchar y mantenerse constantemente en atención y actividad, asumiendo nuestra cercanía, incidencia y poder en las problemáticas.

1.2 Caracterización de la Organización

1.2.1 Historia de Ríos Vivos

Ríos Vivos surge de un proceso comunitario y académico frente a la crisis hídrica en la cuenca del río Santiago. Desde 2013, integrantes de lo que sería Ríos Vivos colaboraban como voluntarios en proyectos regionales sobre la problemática del agua en el río Santiago y comunidades cercanas al lago de Chapala. En 2017 se formaliza con el nombre de “Recuperación de ríos: laboratorios rurales para el tratamiento alternativo del agua” hospedado en CIESAS Occidente.

Destacan como hitos la creación de alianzas con instituciones como ITESO, CUCBA, CUCEI y colectivos como Un Salto de Vida, además de proyectos piloto exitosos de tratamiento y potabilización comunitaria.

1.2.2 Comunidades Atendidas

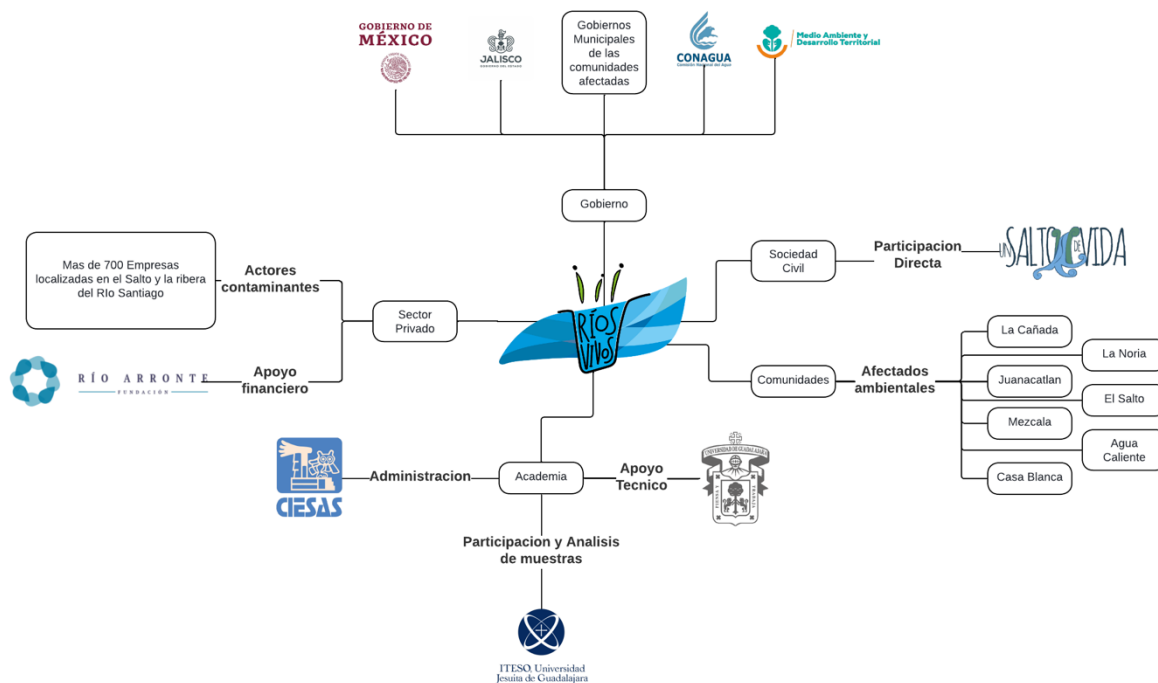
Ríos Vivos colabora activamente con las siguientes comunidades:

- Juanacatlán: Afectada por la contaminación industrial del río Santiago. Se implementaron humedales y purificadoras.
- Tecualtán: Comunidad con acceso limitado a agua segura. Sede de purificadora comunitaria.
- Casa Blanca: Intervenida con humedales y monitoreo de microcistinas.
- La Cañada: Zona con infraestructura deficiente y alta participación comunitaria.
- Mezcala y Ojo de Agua: Comunidades ribereñas del lago de Chapala, involucradas en filtrado casero y educación ambiental.

Estas localidades comparten una situación de riesgo sanitario por contaminación de cuerpos de agua y han sido eje del modelo de intervención comunitaria de Ríos Vivos.

1.2.3 Mapa de actores

Figura 9 – Mapa de actores



Fuente: Elaboración propia

En la problemática del agua de la cuenca Santiago–Chapala intervienen diversos actores sociales de distinto ámbito, cuyos roles y relaciones se visualizan en el esquema anterior.

- En el ámbito gubernamental, son responsables de regular descargas, operar plantas de tratamiento y proveer servicios; no obstante, las inversiones públicas (e.g. \$4,800 millones de pesos del gobierno jalisciense para sanear el río Santiago) han resultado insuficientes ante la magnitud de la contaminación.
- En cuanto a la sociedad civil y comunidades, existen organizaciones de base y movimientos ciudadanos activos que ha luchado por visibilizar la crisis sanitaria y exigir justicia ambiental. Asimismo, comités comunitarios en pueblos ribereños y activistas independientes colaboran en la defensa del derecho al agua, muchas veces supliendo la falta de respuesta institucional.
- En el sector académico, las instituciones han brindado apoyo científico y tecnológico. Estas entidades generan datos, análisis y acompañamiento técnico (por ejemplo, realizando análisis de calidad de agua) que fortalecen las capacidades locales y respaldan las propuestas de solución de Ríos Vivos.
- Finalmente, el sector industrial privado juega un rol clave como actor contaminante: sus descargas de residuos exceden con frecuencia los límites permisibles. La actividad de estas

industrias, muchas veces bajo escasa vigilancia ambiental, ha degradado los ecosistemas acuáticos circundantes.

En síntesis, se puede observar un entramado intersectorial donde convergen instituciones de gobierno, organizaciones comunitarias, academia y empresas – cada cual con intereses y responsabilidades distintas – cuyo involucramiento conjunto resulta indispensable para abordar integralmente la crisis del agua en la región.

1.2.4 Actividades principales de Ríos Vivos

Ríos Vivos desarrolla sus acciones mediante ejes de trabajo que abarcan: (1) tratamiento alternativo de aguas residuales, (2) acceso al agua potable, (3) monitoreo de la calidad del agua y (4) gestión hídrica comunitaria. A continuación, se describen estas actividades medulares, junto con la estructura interna del equipo de trabajo que las implementa.

1.2.4.1 Tratamiento alternativo del agua

El proyecto impulsa soluciones de saneamiento descentralizado y de bajo costo, apropiadas al contexto rural, como alternativa a las plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales (que suelen ser costosas de construir y operar). En particular, Ríos Vivos ha diseñado e implementado humedales de tratamiento en las comunidades, aprovechando la capacidad natural de filtración y depuración de estos ecosistemas artificiales. Hasta la fecha se han construido dos humedales con apoyo de Ríos Vivos y sus aliados, y se trabaja en la creación de más. En Juanacatlán, se instaló desde 2018 un humedal de flujo subsuperficial de tres celdas, que trata agua tomada del río Santiago con el fin de reutilizarla en riego agrícola. Por su parte, en Casa Blanca se construyó un humedal para depurar las aguas residuales domésticas de la localidad, con el propósito de mitigar el impacto de las descargas sin tratamiento que iban al río Santiago. Estos humedales han servido como laboratorios comunitarios y puntos estratégicos de innovación para Ríos Vivos, ya que fueron levantados en faenas comunitarias por habitantes no especializados –siguiendo un diseño asesorado por expertos, pero sin acompañamiento científico continuo– y financiados principalmente mediante un fondo de la Fundación Gonzalo Río Arronte.

A pesar de estas limitaciones iniciales, las propias comunidades locales (ej. comités de agua) se han encargado de la operación y mantenimiento cotidiano de los humedales, demostrando iniciativa para desarrollar sistemas de tratamiento costeables y apropiados a su contexto – algo crucial dado que usualmente no cuentan con el presupuesto ni capacidad técnica para plantas convencionales. El funcionamiento de los humedales ha logrado reducir contaminantes orgánicos y mejorar la calidad del agua vertida, pero con el tiempo se han identificado áreas de mejora técnica. Actualmente ambos sistemas presentan deficiencias como obstrucciones en tuberías de entrada/salida, zonas encharcadas, proliferación de mosquitos y distribución subóptima del medio filtrante, además de que la selección de plantas acuáticas en algunas secciones no contó con sustento científico sólido.

Ante esto, Ríos Vivos –con apoyo de académicos especializados– desarrolló propuestas de optimización de los humedales, que incluyen: estudios de mantenimiento preventivo, replanteamiento

del diseño hidráulico y selección informada de especies vegetales para maximizar la remoción de contaminantes. Estas mejoras buscan prolongar la vida útil y eficacia de los humedales comunitarios.

Adicionalmente, el equipo explora otras alternativas de tratamiento sustentable (soluciones basadas en la naturaleza, tecnologías apropiadas) que puedan ser implementadas en localidades similares. En conjunto, el eje de tratamiento alternativo demuestra cómo Ríos Vivos traduce conocimiento ecológico y técnico en infraestructura comunitaria para el saneamiento, reduciendo la carga contaminante al río Santiago y empoderando a la población local en el cuidado de su entorno.

1.2.4.2 Acceso a agua potable

Garantizar agua limpia para consumo humano es otro pilar del trabajo de Ríos Vivos. Dado que muchas de las comunidades atendidas, aunque conectadas a algún suministro, no confían en la potabilidad del agua corriente (por contaminación de la fuente o fallas en cloración), el proyecto ha implementado esquemas de purificación accesibles y autogestivos. Desde sus inicios, Ríos Vivos ha impulsado la instalación de purificadoras comunitarias de agua en sitios estratégicos (escuelas, centros comunitarios) de las localidades. A la fecha se han construido cinco purificadoras en diferentes poblados, lo que asegura el acceso a agua apta para beber a bajo costo para los habitantes.

Se estima que aprox. 639 personas adquieren habitualmente agua en estas purificadoras comunitarias. El modelo es autosustentable: las unidades son administradas y operadas por miembros de la comunidad local, y los ingresos por la venta del agua purificada se reinvierten en necesidades de la propia comunidad, incluyendo el mantenimiento de la purificadora y proyectos de mejora de la gestión del agua. De este modo, no sólo se provee agua segura a familias que antes debían comprar garrafones comerciales o consumir agua de dudosa calidad, sino que se generan fondos para el desarrollo comunitario y se promueve la participación local en la solución. Para asegurar que el agua expendida en estas plantas comunitarias siempre cumpla con estándares de salubridad, Ríos Vivos realiza monitoreos periódicos de calidad conforme a la normativa vigente.

Específicamente, se llevan a cabo análisis bacteriológicos y físicoquímicos siguiendo la NOM-201-SSA1-2015 (norma sanitaria para agua y hielo purificados), la cual establece límites máximos permisibles de contaminantes en agua para consumo humano. En esta tarea analítica, el proyecto cuenta con el apoyo de aliados académicos: laboratorios de los centros universitarios CUCIÉNEGA, CUCBA y CUCEI de la U. de Guadalajara colaboran procesando muestras de agua de las purificadoras. Gracias a este control de calidad riguroso, las comunidades pueden confiar en la seguridad del agua que consumen, reduciendo riesgos de enfermedades gastrointestinales y fortaleciendo la confianza en la infraestructura comunitaria.

Además de las purificadoras fijas, Ríos Vivos ha promovido soluciones domésticas para el acceso al agua potable. Mediante talleres prácticos, se ha capacitado a pobladores en la construcción de filtros caseros de bajo costo, particularmente filtros lentos de arena (FLA) con posfiltro de carbón activado. A través de decenas de talleres celebrados en distintas comunidades, los participantes aprenden a elaborar estos sistemas sencillos que permiten potabilizar el agua en sus hogares o centros comunitarios. El filtro lento de arena imita el proceso natural de percolación del agua de lluvia a través del suelo, removiendo impurezas biológicas y turbiedad; el agregado de carbón activado ayuda a pulir el agua eliminando olores, sabores y residuos químicos. Esta tecnología apropiada, considerada la más antigua de tratamiento de agua, proporciona una alternativa segura y económica al agua embotellada

comercial. Familias de lugares como La Cañada, Mezcala y otras con problemas de confianza en el agua de la llave han implementado estos filtros, mejorando inmediatamente la calidad del agua que usan para beber y cocinar. Ríos Vivos fomenta la multiplicación de estos filtros domiciliarios, acompañando con seguimiento y suministro de materiales clave (arena sílica, carbón activado) cuando es necesario. Con iniciativas como las purificadoras comunitarias y los filtros caseros, el eje de acceso al agua potable refuerza el derecho humano al agua en comunidades vulnerables, mediante la apropiación de tecnologías de potabilización y la reducción de brechas en cobertura de agua segura.

1.2.4.3 Monitoreo de la calidad del agua

La vigilancia de la calidad del agua y la participación activa de la comunidad en la gestión del recurso son componentes transversales en Ríos Vivos. El proyecto entiende que empoderar a la población con información y capacidades es fundamental para lograr cambios duraderos. Por ello, mantiene un programa de monitoreo comunitario del agua: se realizan muestreos periódicos en puntos clave (humedales, pozos, la red de purificadoras, cuerpos de agua locales) para medir parámetros de calidad, generando datos que luego se analizan y comparten abiertamente. Durante el último año, por ejemplo, el equipo de Ríos Vivos junto con estudiantes del PAP TerritoRios efectuó varias campañas de muestreo de agua en las obras construidas (humedales) y en fuentes de abastecimiento, obteniendo nuevos datos sobre contaminantes y parámetros microbiológicos. Esos resultados se devolvieron a las comunidades en presentaciones públicas, mostrando mejoras alcanzadas (p. ej., la reducción de contaminantes gracias al humedal de Juanacatlán) y también las áreas pendientes por mejorar. Esta retroalimentación ha sido valiosa para involucrar a los habitantes en la comprensión de la problemática y en la toma de decisiones informadas sobre su agua.

1.2.4.4 Gestión comunitaria del Agua

La gestión comunitaria del agua se manifiesta en que son los propios comités y grupos locales quienes operan y dan seguimiento a las soluciones introducidas. Ríos Vivos actúa como facilitador y asesor técnico: acompaña a las comunidades en la organización de sus comités de agua, en la capacitación de operadores locales (por ejemplo, formando a jóvenes para manejar la purificadora o dar mantenimiento al humedal) y en la interlocución con autoridades.

Un objetivo explícito del proyecto es fortalecer los procesos de autogestión hídrica; es decir, que las comunidades desarrollen las habilidades y estructuras necesarias para gestionar por sí mismas el recurso agua de manera sustentable. Esto incluye la creación de reglamentos comunitarios para el uso del agua, sistemas de cuotas de recuperación para operar las purificadoras, y protocolos para el monitoreo participativo (p.ej., vecinos capacitados toman muestras y las entregan a laboratorio). Al brindar gestión, capacitación y acompañamiento técnico, Ríos Vivos logra que las soluciones no dependan permanentemente de agentes externos, sino que queden en manos de la comunidad.

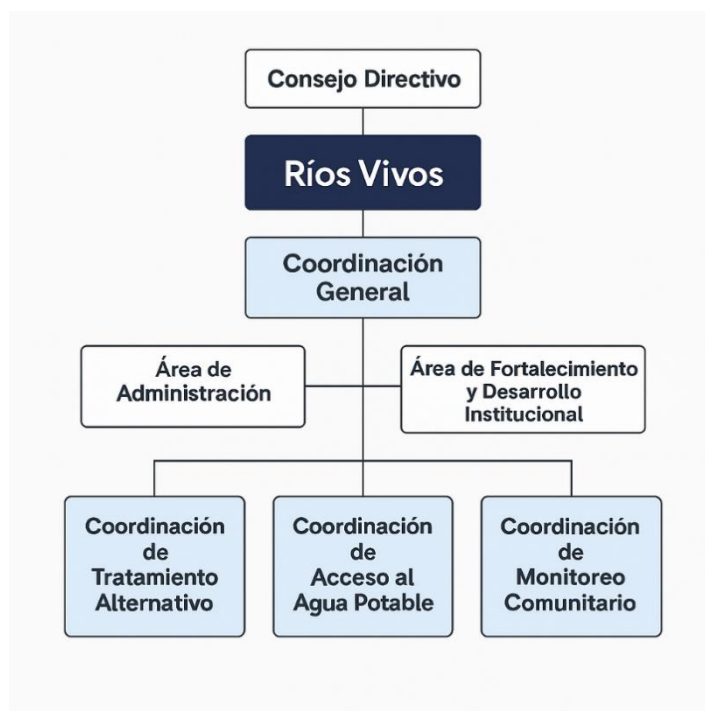
De esta forma se garantiza mayor sostenibilidad a largo plazo y se cumple con el espíritu de garantizar el derecho al agua con la gente como protagonista. Asimismo, Ríos Vivos promueve espacios de intercambio de saberes entre diferentes actores, lo cual es parte de la gestión comunitaria en un sentido amplio. Ha organizado eventos, encuentros y talleres regionales donde comunidades afectadas, científicos, estudiantes y activistas comparten experiencias y aprendizajes en torno al agua. Por ejemplo,

se han realizado giras comunitarias (“tours del agua”) donde habitantes de Juanacatlán visitaron Mezcala y viceversa, para conocer mutuamente las problemáticas de río y lago, creando lazos de solidaridad y aprendizaje. También se llevan a cabo sesiones de educación ambiental en escuelas locales, pláticas informativas sobre derechos humanos al agua, y foros con autoridades, todo ello facilitando un diálogo horizontal.

La visión de Ríos Vivos es “fomentar espacios para compartir información, saberes y conocimientos entre comunidades interesadas y afectadas por el deterioro ambiental”, construyendo una red colaborativa más allá de cada localidad aislada. En conjunto, el eje de monitoreo y gestión comunitaria busca que la información técnica sea accesible y útil para la gente, y que la gente organizada sea el motor que impulse y dé continuidad a las mejoras en sus sistemas de agua.

1.2.5 Estructura del equipo y roles

Figura 10 – Estructura del equipo y roles (elaboración propia)



Para llevar a cabo estas actividades, Ríos Vivos ha conformado un equipo multidisciplinario que recientemente ha clarificado su estructura interna de trabajo. A mediados de 2024, mediante el taller organizativo “Para pasos firmes, pisos comunes”, se realizó un diagnóstico participativo que evidenció áreas de oportunidad en la dinámica del equipo, principalmente la falta previa de definiciones claras de funciones. Ante ello, se acordó establecer un esquema básico de trabajo y organigrama que brinda piso común para el desempeño de cada quien. Según este nuevo organigrama, la estructura de Ríos Vivos se compone de varios roles clave interrelacionados.

- En la cúspide operativa se encuentra la Coordinación General del proyecto, encargada de la dirección estratégica, la supervisión global de los ejes de trabajo y la representación externa.

La Coordinación General asegura la coherencia del conjunto, toma las decisiones ejecutivas mayores y tiene a su cargo la gestión del presupuesto, aunque dicha gestión financiera la ejerce con el visto bueno de un Consejo Directivo (un órgano asesor no operativo) al cual debe rendir informes periódicos.

- Este Consejo de Directores se estableció por encima de la coordinación general con la misión de velar por el cumplimiento de los principios fundacionales y objetivos del proyecto, aportando una visión externa y estratégica; si bien no participa en las operaciones diarias, sirve de contrapeso y acompaña con asesoría, aprobando por ejemplo gastos importantes y evaluando resultados.
- Bajo la Coordinación General, el trabajo se divide en tres ejes operativos, cada uno liderado por una Coordinación de Eje. Estas coordinaciones son: (1) Tratamiento Alternativo, (2) Acceso al Agua Potable, y (3) Monitoreo Comunitario, coincidiendo con los campos de acción del proyecto. A cada coordinador o coordinadora de eje le compete planificar y ejecutar las actividades técnicas y comunitarias de su componente, gestionar al equipo o voluntarios involucrados en ese eje, y cumplir con las metas específicas (productos, obras, eventos, etc.) ligadas al mismo. Además, deben coordinarse entre sí, pues los ejes están interrelacionados (por ejemplo, el eje de Monitoreo provee datos al de Potabilización, el eje de Tratamiento requiere educación comunitaria que brinda el de Monitoreo, etc.), y reportar sus avances a la Coordinación General de forma continua. De esta manera, la persona en la coordinación general mantiene una visión integral de todo el proyecto y toma decisiones informada por los responsables de cada eje.
- Complementando las coordinaciones de eje, el organigrama incluye áreas de apoyo transversales. En particular se definieron dos áreas staff que funcionan “a medio camino” entre la coordinación general y los ejes: el área de Administración y el área de Fortalecimiento y Desarrollo Institucional.
 - El Área de Administración se encarga de las funciones administrativas y logísticas indispensables para el proyecto: manejo de caja chica y cuentas, trámites de compra, comprobación de gastos, control de proveedores, elaboración de informes financieros y pago de colaboraciones. Dado que cada eje de trabajo realiza actividades que generan gastos y necesitan insumos, la persona responsable de Administración trabaja de cerca solicitando información a los ejes (p. ej. presupuestos requeridos, listas de materiales) y a su vez reporta a la Coordinación General sobre el estado financiero.
 - Por otro lado, el Área de Fortalecimiento y Desarrollo Institucional tiene el cometido de consolidar al proyecto hacia el futuro: se ocupa de buscar financiamiento y gestionar alianzas, dar seguimiento a convenios (con universidades u otras organizaciones), sistematizar la documentación y resultados del proyecto, y en general velar por el crecimiento orgánico de Ríos Vivos en concordancia con su misión. Al igual que Administración, esta área transversal interactúa con los ejes operativos para recoger insumos (por ejemplo, datos e historias de éxito que sirvan para procuración de fondos) y responde ante la coordinación general.

1.3 Identificación de las Problemáticas

Antes de diseñar o implementar soluciones técnicas fue necesario el detenerse a observar y comprender a profundidad los retos que surgían para el proyecto de Ríos Vivos y las comunidades de Juanacatlán y El Salto. A través de procesos como entrevistas, recorridos por zonas afectadas o análisis técnicos, se

identificaron obstáculos que limitan no solo las capacidades de estos grupos para monitorear la calidad de agua, sino que también capacidades organizativas, comunicativas o tecnológicas.

Estas problemáticas surgieron al entrecruzarse la experiencia vivida por las comunidades, así como el conocimiento técnico de estudiantes y profesores. Esta mezcla de perspectivas permitió observar los conflictos como un sistema de desigualdades estructurales, omisiones institucionales y barreras técnicas y sociales que dificultan el ejercicio pleno del derecho a un ambiente sano.

Entre los principales obstáculos detectados se encuentran falta de protocolos estandarizados para monitoreo del agua, fragmentación de registros de datos, inexistencia de canales seguros y transparentes para recibir donaciones, debilidad de ciberseguridad, ausencia de identidad institucional clara y falta de procesos organizativos definidos en desarrollo tecnológico. El análisis de estas problemáticas fue fundamental, pues reconocerlas de forma clara y estructurada permitió dimensionar su alcance, y visualizar oportunidades de mejora y colaboración. En los siguientes apartados se presenta cada una de estas problemáticas, explicando su origen implicaciones e impacto en el proceso de monitoreo y la organización comunitaria.

1.3.1 Falta de estrategia de monitoreo, protocolos y procesos claros de análisis de calidad agua

En 1996, ante las limitaciones de recursos materiales y humanos y los problemas de cobertura de los sitios de monitoreo de los principales cuerpos de agua del país, se estableció una nueva estrategia de monitoreo para abordar el reto del seguimiento y evaluación de la calidad del agua de una manera racional (SEMARNAT, 2008). Dicha estrategia consiste en establecer un sistema local mediante componentes de monitoreo con objetivos definidos, y, además, abordar el problema de la evaluación de la calidad del agua desde la perspectiva de un monitoreo integral, entendiéndose por esto último las actividades coordinadas que comprenden el análisis de variables físicas, químicas y biológicas en los diferentes compartimentos del sistema acuático.

El protocolo y monitoreo de agua son necesarios para proteger los ecosistemas, la salud pública y cumplir con la normatividad ambiental. Estos procesos ayudan a identificar y controlar la contaminación del agua. Ríos Vivos busca promover el monitoreo comunitario participativo de las características biológicas y fisicoquímicas de agua, implementando técnicas básicas para monitorear y analizar la temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales in situ. Para el protocolo de laboratorio nos enfocamos en fosfatos, nitratos/nitritos, cloro total y libre, DQO, DBO, turbidez y dureza.

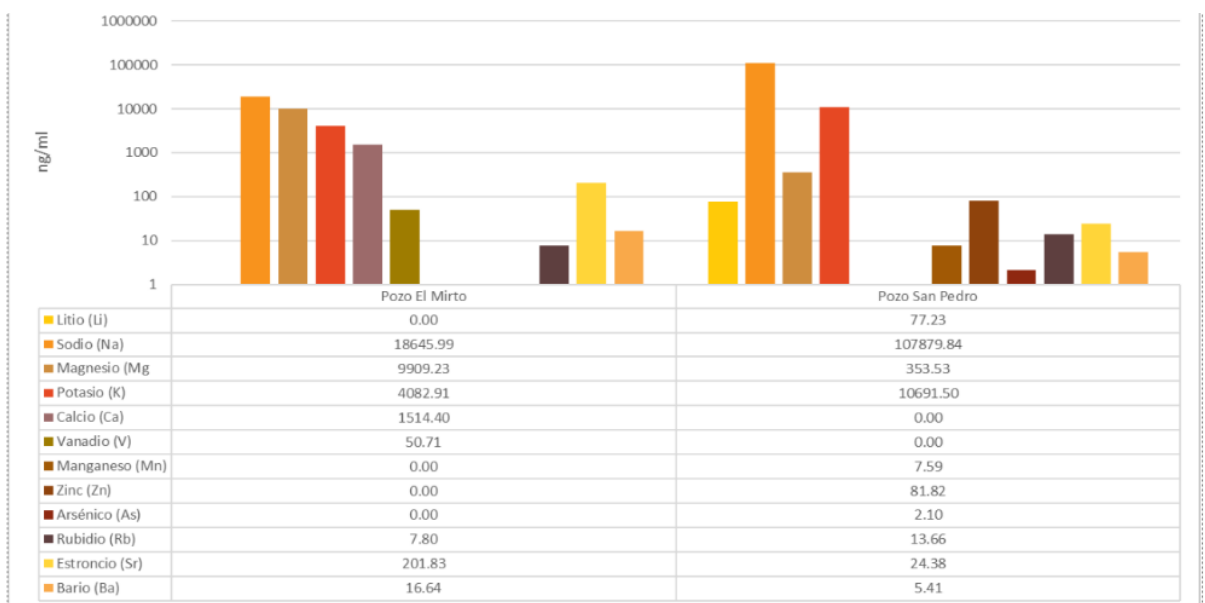
La contaminación por descargas industriales es relevante debido a las graves consecuencias que tiene para la salud humana, ya que pueden contaminar el agua, el aire, el suelo y los alimentos, causando enfermedades, alterando ecosistemas y generando costos económicos por la limpieza y el tratamiento de la contaminación. Por lo que se plantearon tratamientos de agua alternativos para las comunidades aledañas al río Santiago y lago de Chapala. Se implementó la creación y mantenimiento de humedales en Juanacatlán y filtros de agua en Ojo de Agua.

Actualmente, los objetivos después de revisar las problemáticas son:

1. Realizar la evaluación de las tendencias de la calidad del agua.

- Se deben tomar las precauciones necesarias para que en cualquier momento sea posible identificar las muestras. Se deben emplear etiquetas pegadas o colgadas, o numerar los frascos anotándose la información en una hoja de registro (*AGUAS RESIDUALES - MUESTREO*, s. f.)
2. Apoyar, evaluar el desempeño y cumplimiento de la regulación para control de la contaminación de los cuerpos de agua (*SEMARNAT*, 2008).
 - Los Indicadores se calculan mediante estadísticos de tendencia central.
 - Para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes fecales (CF), Enterococos fecales (ENTEROC), *Escherichia coli* (E_COLI), y Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD%), se aplica el estadístico de mediana (*Conagua, 2024*)
 3. Identificar problemas asociados con contaminantes específicos (metales pesados, compuestos orgánicos) presentes en el medio acuático.
 - Se investigó con la ayuda de algunos colaboradores científicos de la UdG, haciendo análisis en algunos pozos de agua cerca del lago de Chapala, en Poncitlán, Jalisco. (Dr. Luis Manuel Martínez Rivera, comunicación personal, 2023)

Figura 11: Análisis de metales pesados en pozos en Poncitlán.



Fuente: Martínez, 2023.

4. Iniciar el diseño de un sistema de detección oportuna de contaminantes para la protección de fuentes de abastecimiento
5. Cumplir con acuerdos y leyes locales
 - Criterios de calidad del agua: niveles máximos en miligramos por litro (*SEMARNAT*, 2018).

1.3.2 Monitoreo del agua con procesos manuales y propenso a errores

Actualmente, el proyecto tiene la problemática de una falta de sistematización del registro de mediciones realizadas tanto en laboratorio como en campo, lo cual inevitablemente genera datos esparcidos, sin ningún tipo de categorización coherente de la información y con errores manuales en el registro de los parámetros de calidad del agua. Estos errores manuales y falta de sistematización generan una clara desconfianza en la información con la que se cuenta sobre la calidad del agua de las comunidades donde se trabajaron, lo que dificulta la divulgación de información la cual es esencial para la denuncia de las malas prácticas de manejo de agua por parte del estado.

Mejorar la manera en la que se registra la información de los datos recabados por todos los medios posibles es de suma importancia para poder fortalecer a las comunidades en su lucha por un territorio libre de contaminación. Por este motivo es necesario digitalizar y sistematizar todos los tipos de procesos de registro manual, de esta manera se asegura la confiabilidad y coherencia de los datos al paso del tiempo y se respaldan todos los procesos de denuncia por un medio ambiente sano. Herramientas como los formularios digitales, bases de datos estructuradas y aplicaciones móviles personalizadas pueden ser clave en la digitalización del proceso. Estas permiten registrar de forma uniforme y segura los parámetros de calidad del agua en tiempo real, reducir errores humanos y centralizar la información para facilitar su análisis y seguimiento histórico. Además, estos sistemas pueden adaptarse a las capacidades tecnológicas de las comunidades, con interfaces sencillas, lenguas locales y la posibilidad de operar sin conexión a internet.

Digitalizar los procesos manuales no solo contribuye a una gestión más eficiente y confiable de los datos, sino que también fortalece las capacidades organizativas de las comunidades. Al contar con información clara, verificable y bien organizada, se facilita su uso en procesos de incidencia política, demandas legales y divulgación pública. De este modo, se transforma la recolección de datos en una herramienta de empoderamiento comunitario, clave para la defensa del derecho a un ambiente sano y libre de contaminación.

1.3.3 Falta de coherencia comunicativa en la Página Web

La coherencia comunicativa es un factor esencial para garantizar que los usuarios entiendan claramente el propósito, los objetivos y la información presentada en una página web institucional (Polidoro, 2013). Sin embargo, al realizar un análisis exhaustivo de la página web evaluada, se detectaron diversos elementos que evidencian una falta significativa de coherencia tanto en el aspecto visual como en la estructura del contenido (Morales et al., 2022). Esta ausencia de cohesión afecta directamente la percepción de profesionalismo y credibilidad del sitio web, dificultando así la comprensión del mensaje central por parte del público objetivo (Teruel, 2016).

En términos específicos, la coherencia abarca desde la consistencia visual hasta la jerarquía adecuada de los datos, aspecto que puede optimizarse mediante técnicas prácticas como la experimentación con recortes de papel o tarjetas, lo que permite reorganizar los elementos hasta alcanzar una estructura efectiva (Dwiyanto & Gasa, 2023). En la página se encontró a través de una revisión con miembros de la organización que la página carecía de una narrativa clara, los textos no eran legibles, el tamaño de los escritos era extenso para una página web y había errores visuales tanto en la vista móvil como en la vista de escritorio, lo cual impacta negativamente la experiencia del usuario. Por consiguiente, definimos que era necesario hacer un rediseño a corto plazo y otro a mediano plazo

para mejorar significativamente la comunicación y facilitar una interacción más clara y efectiva con los visitantes.

1.3.3 Falta de canales oficiales y transparentes para recibir donativos de forma masiva

Actualmente, no existen mecanismos oficiales, estructurados y legalmente respaldados para la recepción de donativos masivos, lo cual representa una barrera significativa para cualquier iniciativa que busque escalar su impacto social mediante el financiamiento ciudadano. Esta ausencia de canales formales genera múltiples riesgos: desde la pérdida de confianza por parte de los donantes hasta posibles implicaciones fiscales y legales tanto para la organización como para quienes colaboran.

La legislación civil de Jalisco establece que toda donación superior a \$200 MXN requiere un acuerdo formal entre las partes, el cual puede ser implementado de forma digital mediante un sistema de “Términos y Condiciones” aceptados por el donante, Sin embargo, para que esto tenga validez, es necesario capturar y almacenar información sensible como nombre, correo electrónico y fecha de la donación. Este proceso debe estar respaldado por una infraestructura tecnológica segura que permita auditar cada transacción.

Por otro lado, desde una perspectiva fiscal, el Servicio de Administración Tributaria (SAT) puede llegar a clasificar ciertas donaciones como ingresos sujetos a impuestos, en especial si el volumen acumulado en un corto periodo excede ciertos umbrales. Esto obliga a implementar controles no sólo técnicos, sino también administrativos que permitan identificar, rastrear y reportar los movimientos financieros de forma adecuada, evitando así sanciones o cuestionamientos por parte de la autoridad.

Además, se han identificado tres rangos de donación (menos de \$200 MXN, de \$200 a \$5,000 MXN y de \$5,000 a \$15,000 MXN), cada uno con implicaciones distintas en términos de regulación. La falta de un canal centralizado que contemple estas variaciones impide gestionar adecuadamente los requisitos fiscales, legales y de transparencia necesarios para generar confianza y cumplir con las normativas vigentes.

Frente a esta situación, es urgente establecer un canal oficial, transparente y automatizado que permita gestionar las donaciones conforme a la ley, garantice la seguridad de los datos de los donantes y evite problemas legales o fiscales a futuro. Este canal también permitirá a la organización proyectar confianza y profesionalismo ante la sociedad, facilitando así la captación de recursos de manera sostenida.

1.3.4 Estado actual de los humedales

Actualmente muchos de los humedales construidos que son gestionados por Ríos Vivos, siguen en operaciones y se observó un correcto funcionamiento al tratar el agua proveniente de las descargas domésticas de las comunidades o del propio río Santiago. Esto se evidenció en cada una de las visitas de campo, pues se tomaron muestras en sitio en diferentes zonas del humedal como lo son la entrada y la salida, con el objetivo de comprobar los distintos parámetros de calidad del agua y presenciar su mejora al comparar ambas muestras.

Sin embargo, ambos humedales afrontan diversos desafíos debido a la falta de un mantenimiento periódico en la zona. Algunas de las necesidades que se identificaron son la obstrucción en la entrada del humedal de Juanacatlán por la acumulación de sedimentos generados por las propias capas filtrantes como la grava y material superficial como el tezontle que obstruye la tubería de entrada, limitando la capacidad de entrada al humedal para la filtración y desgastando la red de tubería y tanques de almacenamiento. Otro de las problemáticas que se observó en este humedal fue el flujo de entrada que varía considerablemente debido a las condiciones externas, como el cierre de compuertas en presas las pintas que limitan el nivel del río Santiago.

Por esta razón, se realizó una faena al término del semestre con la finalidad de limpiar la entrada, así como incorporación de nuevas especies de plantas como los alcatraces, anturios y lirios y el retiro de maleza y vegetación que se estuvo creciendo excesivamente como el caso especial de los carrizos que bloquearon el flujo de agua en la entrada del humedal de Juanacatlán y haciendo complicado la tarea de muestreo durante la salida en el humedal de Casa Blanca.

Figura 12. Faena en humedal de Juanacatlán.



Fuente: Elaboración propia.

1.3.5 Falta de configuraciones y monitoreo de seguridad en las herramientas tecnológicas

En el contexto del desarrollo de un sistema de monitoreo de calidad del agua para diversas localidades y cuerpos hídricos, se ha avanzado significativamente en la integración de sensores (como pH, turbidez, conductividad y, en fases futuras, oxígeno disuelto), el diseño de hardware, el almacenamiento en tarjetas SD y la transmisión de datos mediante conectividad SIM. Sin embargo, a pesar del progreso técnico alcanzado, persiste una problemática crítica: la falta de configuraciones y monitoreo de seguridad en las herramientas tecnológicas empleadas.

Esta carencia compromete la integridad, disponibilidad y confidencialidad de los datos recolectados, los cuales poseen un carácter sensible debido a su relevancia para la toma de decisiones en salud pública, medioambiente y desarrollo comunitario (World Health Organization, 2017). Los datos generados incluyen parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y meteorológicos, como coliformes fecales, metales pesados (arsénico, plomo, mercurio), nitratos y turbidez. Una posible alteración o divulgación no autorizada de esta información podría tener consecuencias sociales y sanitarias considerables.

Actualmente, no se han establecido políticas claras de seguridad tecnológica ni se han implementado configuraciones robustas que garanticen la protección de los datos. Las plataformas utilizadas para la recolección, procesamiento y visualización de la información (como hojas de cálculo o servidores backend) carecen de medidas de ciberseguridad fundamentales, tales como cifrado, autenticación, control de acceso y monitoreo continuo de integridad (Gartner, 2023; NIST, 2020). Esta ausencia expone el sistema a vulnerabilidades frente a ataques externos o fallas internas.

El riesgo se ve incrementado por el carácter iterativo del proyecto, el cual aún no cuenta con una lista definitiva de parámetros ni con un protocolo de muestreo estandarizado. Esta incertidumbre tecnológica y operativa exige una infraestructura adaptable, pero también segura, capaz de evolucionar sin comprometer los principios fundamentales de la seguridad de la información (ISO/IEC 27001, 2022).

Asimismo, el sistema será desplegado en campo, lo cual implica operar en entornos abiertos como pozos, lagos, drenajes, purificadoras y humedales. Estos escenarios presentan un riesgo adicional de intrusión física y manipulación directa. Por tanto, se requieren medidas físicas y lógicas que garanticen la protección del hardware, así como la validez de los datos transmitidos, mediante mecanismos como carcasas seguras, timestamps, codificación estructurada de muestras (por ejemplo, CASB-HUM-01, JUA-HUM-02), y validación criptográfica de la información (Sicari et al., 2015).

Dado lo anterior, es imperativo establecer una estrategia de ciberseguridad integral para el proyecto. Esta debe contemplar configuraciones seguras de red, cifrado de datos, segmentación de información pública y privada, definición de roles y permisos para los diferentes usuarios (como investigadores, técnicos y estudiantes), y monitoreo continuo del estado de los sistemas. Sin esta capa de protección, cualquier avance tecnológico en sensores o infraestructura pierde valor frente a la posibilidad de pérdida, manipulación o filtración de información crítica (ENISA, 2023).

1.3.6 Falta de organización, metas claras y desconocimiento del área de sistemas

En el proceso de desarrollo de software, la primera etapa es la planeación, fundamental para identificar claramente las necesidades y objetivos del grupo destinatario, traduciéndolos en requerimientos técnicos comprensibles (Pressman & Maxim, 2020). Esta fase permite detectar anticipadamente datos o documentos faltantes, facilitando la organización y gestión efectiva del proyecto. Sin embargo, en este caso específico, surgieron dificultades derivadas de la estructura predominantemente horizontal de la organización Ríos Vivos, que carece de una definición sólida de su identidad institucional. Esta situación ocasionó que diversas decisiones sobre comunicación y diseño no pudieran ser definidas con claridad, convirtiéndose en obstáculos significativos para avanzar (Kerzner, 2017).

Como medida correctiva, se solicitó a Ríos Vivos completar un formulario diseñado para clarificar mejor sus objetivos institucionales, debido a que la interpretación individual de los miembros del grupo generaba incertidumbre y desalineación respecto a la meta central del proyecto.

Durante el desarrollo de la etapa de planeación de la página web, se identificaron además múltiples riesgos relacionados con la gestión organizacional dentro del área de sistemas, tales como la falta de claridad en la definición y control de los costos del software, los costos asociados a la calidad del producto y la continuidad de proyectos previos (Bourque & Fairley, 2014). Esta situación crítica pone en riesgo la finalización exitosa del proyecto y la sostenibilidad futura de los esfuerzos relacionados, debido a la falta de planificación estructurada y objetivos claramente establecidos (Pressman & Maxim, 2020).

1.3.7 Complejidad tecnológica mal alineada al perfil estudiantil como obstáculo para el desarrollo eficiente del proyecto.

Durante las etapas iniciales del proyecto se identificó que Ríos Vivos no cuenta con un equipo de desarrollo interno ni con una estrategia informática definida a corto, mediano o largo plazo. Esta ausencia implica que no existe una estructura técnica formal que oriente las decisiones tecnológicas ni que garantice la sostenibilidad de los desarrollos en el tiempo.

Ante este panorama, la carga del diseño, implementación y mantenimiento de soluciones tecnológicas recae completamente en el equipo estudiantil, cuyo perfil académico aún se encuentra en formación y cuyas competencias pueden no estar alineadas con las exigencias técnicas de un sistema robusto y escalable. La selección de tecnologías avanzadas o no adecuadas para el nivel del equipo puede convertirse en una barrera importante, ralentizando el progreso del proyecto, generando errores difíciles de resolver y poniendo en riesgo la entrega de resultados funcionales y mantenibles.

Además, sin una guía técnica clara por parte de la organización, el equipo estudiantil debe asumir decisiones clave sin contar con referentes institucionales, lo que acentúa la posibilidad de implementar soluciones poco sostenibles o difíciles de transferir a futuros colaboradores. Esto evidencia la necesidad de replantear el enfoque tecnológico desde una perspectiva más alineada al perfil de los desarrolladores disponibles y a las capacidades actuales de la organización.

1.3.8 Carencia de identidad institucional

La identidad institucional es un componente esencial para las organizaciones civiles, ya que les permite definirse claramente frente a sus públicos internos y externos, estableciendo una base sólida para la comunicación efectiva, credibilidad y posicionamiento en su sector (Villafañe, 2013). En el contexto de las organizaciones civiles, la claridad en la identidad facilita no solo la comunicación, sino también la definición de objetivos claros, gestión eficiente y acceso a recursos externos, aspectos críticos especialmente para entidades como Ríos Vivos.

La organización Ríos Vivos, al no contar con una identidad institucional definida ni estar formalmente regulada, enfrenta múltiples desafíos, como la dificultad para establecer y comunicar objetivos específicos y coherentes, y limitaciones al acceder a beneficios derivados de la regulación, tales como financiamientos, colaboración institucional y reconocimiento oficial (Meyer & Rowan, 2017).

En este contexto, se observa claramente que la carencia de una identidad institucional bien establecida en Ríos Vivos genera confusión interna y externa, dificultando tanto la planificación estratégica como la comunicación efectiva de sus actividades y metas. Esta falta de identidad institucional impacta negativamente en la percepción externa de profesionalismo y compromiso, afectando potencialmente la capacidad de obtener apoyos clave para el desarrollo de sus proyectos y programas (Anheier, 2014).

1.3.9 Carencia de protección digital comunitaria

Ríos Vivos, como comunidad defensora de sus territorios, opera en entornos donde podrían enfrentar vigilancia constante, ataques informáticos, criminalización y pérdida o robo de equipos. Sin embargo, suelen carecer de herramientas tecnológicas adaptadas a sus necesidades específicas de **seguridad digital**, especialmente aquellas que combinen **accesibilidad**, **anonimato**, y **protección de datos sensibles**.

El entregable satisface esta carencia al ofrecer una solución integral y replicable que:

- Protege la información incluso si el dispositivo es confiscado o robado (cifrado LUKS).
- Garantiza el anonimato durante la navegación y la comunicación (uso de Tor).
- Aísla aplicaciones riesgosas como redes sociales, reduciendo fugas de datos (Waydroid en VM).
- Se basa en software libre, por lo que es accesible, auditable y adaptable por otras comunidades.
- Refuerza la autonomía digital, al no depender de servicios o plataformas privadas que puedan comprometer la seguridad colectiva.

Esta solución no solo responde a una necesidad técnica, sino también política y organizativa: protege los procesos comunitarios desde lo digital, entendiendo que la defensa del territorio también pasa por proteger la información y las personas que la gestionan.

1.4 Desarrollo de las Propuestas de Mejora

Introducción

En colaboración con el colectivo Ríos Vivos y las comunidades de Juanacatlán y El Salto, estuvimos trabajando en un proceso para tratar de fortalecer las capacidades locales frente a los distintos desafíos ambientales que se viven en la región. A través de espacios de conversación, recorridos como el Tour del Horror y varias actividades que se hicieron con la comunidad, se fueron identificando varios puntos importantes en los territorios donde se nota más el impacto ambiental. Esto permitió también ir entendiendo mejor lo que pasa en el entorno.

Como parte de estas actividades, se hicieron algunas mediciones básicas sobre la calidad del agua. Estas mediciones sirvieron como punto de partida para reflexionar en conjunto sobre cómo está afectando la contaminación tanto al ambiente como a la vida diaria de las personas. A partir de ahí, se organizó una lluvia de ideas donde fueron saliendo propuestas sobre qué materiales, herramientas o cosas prácticas podrían ayudar a enfrentar un poco mejor estas situaciones desde lo que ya hay en la comunidad.

Durante ese ejercicio también se habló de la página web del colectivo Ríos Vivos. Se vio que es una herramienta importante, pero que se podría mejorar para que sea más útil. Por ejemplo, se mencionó que sería bueno actualizarla más seguido, hacerla más visual, y que tenga información más accesible para quienes no están tan familiarizados con el tema. Todo esto ayudaría a compartir mejor lo que se está haciendo y conectar con otras personas o colectivos que estén en lo mismo. A partir de todo esto, proponemos los siguientes entregables o productos:

1.4.1 Documento de identidad institucional

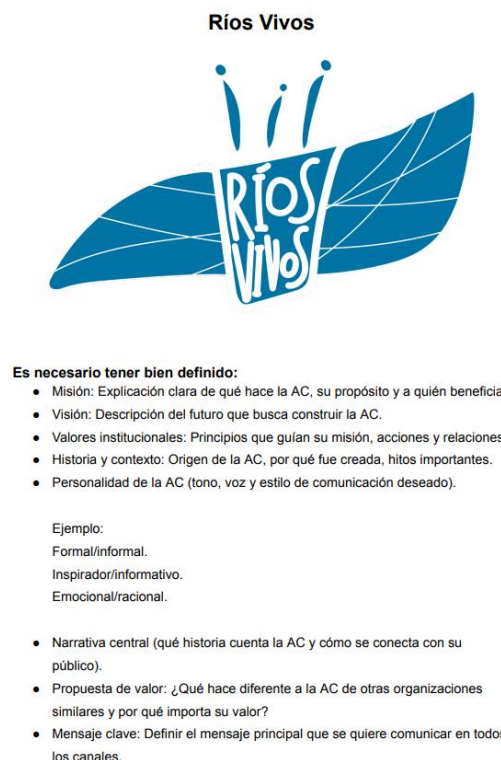
La identidad institucional es un componente esencial para cualquier organización civil, ya que permite definir claramente su propósito, valores y dirección frente a públicos internos y externos. En el caso de Ríos Vivos, la falta de una identidad institucional formalizada generaba múltiples problemáticas, como confusión en los objetivos organizativos, dificultades para comunicar su misión de manera efectiva y limitaciones para acceder a apoyos financieros, colaboraciones institucionales y plataformas que exigen formalidad, como el SAT, bancos y procesadores de pago como Stripe y PayPal. Esta carencia no solo impactaba en la planeación estratégica y operativa de la organización, sino también en su credibilidad ante aliados, autoridades y comunidades.

Con el fin de resolver esta problemática, se diseñó un formulario orientado a recopilar los elementos clave que definen a Ríos Vivos, tales como misión, visión, valores, historia, narrativa institucional, propuesta de valor, tono comunicativo y percepción social. La formulación del documento fue participativa, permitiendo integrar tanto el conocimiento técnico de los colaboradores como la experiencia territorial de las comunidades que conforman el proyecto. Este proceso no solo consolidó una identidad coherente, sino que también facilitó la proyección de Ríos Vivos como un modelo organizativo con potencial de incidencia, crecimiento y replicabilidad en otros territorios afectados por la contaminación del agua.

El documento resultante establece a Ríos Vivos como una organización comprometida con la gestión comunitaria del agua a través de soluciones técnicas e innovadoras, con una narrativa centrada

en la resiliencia comunitaria, la colaboración multisectorial y el ejercicio del derecho humano al agua. Su propuesta de valor destaca por integrar conocimiento académico con saberes locales, y por ofrecer respuestas adaptadas a realidades específicas, generando impacto ambiental y fortalecimiento social. Esta identidad institucional ahora servirá como base para procesos de regulación, comunicación estratégica, consolidación de alianzas y mejora en la percepción pública, brindando a Ríos Vivos un marco claro para continuar y ampliar su labor.

Figura 13 Formulario desarrollado de definición de identidad institucional (elaboración propia)




1.4.2 Actualización de la cadena de custodia y homologación del protocolo de muestreo

El formato de cadena de custodia es un elemento organizado de información, diseñado para completarse in situ en atención a las particularidades de los entornos y pruebas comunes de muestreo. Se ejecuta con el fin de que exista un registro referencial para su posterior cotejo y captura en el sistema de registro global.

Los acercamientos de determinación de los parámetros de calidad del agua significaron un replanteamiento del formato preexistente de la cadena de custodia que se utilizaba, ya que existían campos que se escapaban de los alcances del proyecto, sin reparar en las peculiaridades del mismo. Estas fungieron de inspiración para un nuevo modelado del formato, actualizado en función de las necesidades del proyecto. Algunos de los alcances modificados además de los mismos parámetros determinados *in situ*, referencian al correcto registro de unidades, reactivos y la conservación de

muestras, iniciativas anexadas recientemente y que se plantean como una base hacia futuros panoramas de muestreo.

Figura 14 Formato desarrollado de cadena de custodia para muestreo (elaboración propia)

REGISTRO DE MUESTREO DE CAMPO			
Nombre del Proyecto:			
Codificación de muestreo:			
Coordenadas:			
Fecha: / /	Hora inicio:		
Muestreadores:			
PARÁMETROS DE CAMPO			
Temperatura muestra (°C)		Nitratos (abs)	
pH		Nitritos (abs)	
Oxígeno disuelto (mg/L)		Fosfatos (abs)	
Conductividad eléctrica (µs/cm ²)*		Dureza Total (mL)	
Sólidos Disueltos Totales (SDT) (mg/L)		Cloro Total (abs)	
		Cloro Libre (abs)	
		Materia flotante	
ESPECIFICACIONES Y ADITIVOS			
Conservadores			
Nombre	Prueba	Cantidad	
OBSERVACIONES			
* Favor de especificar las unidades en dependencia del equipo utilizado (m, µ, ...); en el formato de registro se reporta en µ.			

Por otro lado, con la finalidad de tener continuidad con productos previos relacionados con el muestreo y determinación de parámetros de calidad del agua en bloques anteriores, se llevaron a cabo esfuerzos de homologación de procedimientos atendiendo a las características de las iniciativas de muestreo.

Este empeño resulta elemental para garantizar la consistencia, comparabilidad y confiabilidad de los datos obtenidos. Al estandarizar los métodos de recolección y análisis, se facilita la replicabilidad de los estudios ante varios contextos, de tal manera que se puedan ejecutar sin estar sujetas a conocimientos profundos. Esto no sólo optimiza los insumos y el tiempo necesarios para cada prueba, sino que también permite una interpretación más precisa de los resultados, disminuyendo variaciones metodológicas que pueden orillar a sesgos en las conclusiones.

El abordaje del documento contempla aspectos elementales que introducen al sistema de codificación de muestras, el formato de cadena de custodia, recomendaciones generales de toma de las mismas -parámetros *in situ* y una descripción secuenciada de los aspectos para la determinación de los siete parámetros de calidad del agua delimitados por el alcance de este proyecto: DQO, DBO₅, fosfatos, nitritos y nitratos, cloro total y cloro libre, dureza y turbidez. Cada sección en función de sus puntualizaciones incluye descripciones y materiales visuales guía acerca de los materiales necesarios, reactivos, la preparación de estos y la metodología a seguir, con las especificaciones bibliográficas correspondientes.

Este desarrollo alude a elementos complementarios relevantes como referencias específicas de peligrosidad, buenas prácticas durante la experimentación y disposición de reactivos tras su uso. Los resultados de la documentación metodológica y la experimentación con el uso final de reactivos fueron sintetizados en las guías de ejecución del protocolo *in situ*, utilizadas para simplificar y secuenciar los procedimientos de forma sencilla con los equipos y material portable dispuestos en los sitios de muestreo.

De manera complementaria, se anexan referencias necesarias con respecto a las curvas de calibración en función de los parámetros de determinación colorimétrica que la requieren, alusiones que se hacen presentes de manera aplicada en el Sistema de Registro de Mediciones (*véase apartado 1.4.4*).

Figura 15 Portada del protocolo de muestreo para la determinación de parámetros de calidad del agua (elaboración propia)



1.4.3 Muestreo remoto del sistema de humedales/zonas de interés

Dado el gran reto que es obtener muestras de agua y sus parámetros de calidad constantemente, sin importar el día ni la hora, se planteó empezar a trabajar con la posibilidad de poder muestrear la calidad del agua de forma remota y sencilla. Se planteaba que de lograr integrarse y aplicarse la tecnología necesaria para esto, se obtendría una herramienta que permitiría realizar estudios más sólidos del funcionamiento de los humedales, la posibilidad de poder generar alertas ante un vertido de contaminantes clandestino, generar una herramienta de medición automática en las purificadoras y muchas otras cosas más.

1.4.3.1 Caracterización del entorno

Previo al inicio del trabajo de investigación, diseño e implementación. Hubo que acudir físicamente a los lugares de interés para caracterizar el entorno en que se encuentran. Esto con el fin de identificar los recursos con los que se cuentan y las dificultades o aspectos a tomar a consideración antes de diseñar un sistema que se pretende concebir como completamente autónomo.

Después de visitas en campo realizadas, se concluyó que con el fin de estandarizar un prototipo que se adapte a cada una de las zonas de interés, se debería contemplar no tener ninguna red Wi-Fi disponible ni alguna finca base que sirva de puente entre la estación y nuestra base de datos. Además de considerarse no tener acceso a suministro eléctrico y que dicha estación pudiera trabajar a la intemperie en cualquier temporal del año sin una adaptación necesaria entre cambio.

1.4.3.2 *Objetivos del prototipo*

A raíz de la caracterización del entorno en que el que trabajaría la estación de monitoreo, se planteó entonces cuales serían los objetivos del prototipo en el que se trabajaría, los cuales se ven generalizados en los siguientes:

- Obtención de distintos parámetros de calidad de agua a través de sensores y un microcontrolador.
- Establecimiento del tiempo de muestreo que se desea y de un uso eficiente de energía.
- Trasmisión remota y fiable de los parámetros obtenidos utilizando los menores recursos posibles.
- Almacenamiento de datos obtenidos en un espacio físico a manera de respaldo.
- Generación y almacenamiento de energía propio del sistema para el aseguramiento de autonomía.
- Diseño que asegure una duración aceptable en el exterior y con condiciones adversas.

Todos estos objetivos, desde un inicio, han sido planteados para que se logren con una solución económica, sencilla y replicable. Pensando con ello generar una documentación detallada del proceso para el seguimiento y mejora, con la opción de hacer esta información “open source” para que cualquier individuo o colectivo se pueda beneficiar de esta tecnología.

1.4.3.3 *Acotación del prototipo inicial*

Para este prototipo inicial, en el cual se trabajó durante este periodo. Se optó por obtener parámetros de calidad de agua con sensores de grado no industrial. Por este motivo es que se dio la selección únicamente de sensores de PH, temperatura, turbidez, conductividad y lluvia. A pesar de que hay parámetros más relevantes o que brindan más información (como el de oxígeno disuelto), el alto costo de los sensores que permiten medirlos hace que implementarlos en un prototipo inicial sea prescindible.

Habiendo superado pruebas de fiabilidad, ambiente, seguridad de la zona, etc. Es cuando se plantea utilizar sensores de mayor calidad.

Bajo esta acotación de primer prototipo es que se decidió empezar trabajar con los siguientes sensores y herramientas:

- Microcontrolador ESP32
- PH-4502, Sensor de PH y temperatura
- TS-300B, Sensor Turbidez
- TDS Sensor Module, Sensor de Conductividad
- YL-83, Sensor de lluvia

- Modulo Sim 900A v4.0
- Modulo Lector de Memoria SD
- RTC DS 3231, Reloj Externo

Dado lo variante que puede ser el tiempo en un trabajo de investigación y desarrollo, es que se ha optado por nombrar Etapa 1 del prototipo inicial, a todos los alcances a los que se llegó en este semestre de primavera 2025.

1.4.3.4 Investigación realizada

Dado la inexistencia de trabajo previo en este objetivo de monitoreo remoto, el trabajo ha involucrado mucha labor de investigación previa. Dicha investigación ha abarcado desde la manera de alimentar externamente el microcontrolador sin el uso del puerto USB, hasta las distintas soluciones de comunicación de datos remota y las maneras de implementarlas. Con ayuda de toda esta información recopilada es que se ha procedido a empezar a desarrollar el prototipo físicamente y tener bien fijo el camino trazado de desarrollo.

Toda la información obtenida ha sido almacenada en un archivo Excel por medio de links que dirigen a los sitios, documentos y productos que han sido necesarios para el trabajo realizado este semestre y que será necesaria para desarrollos posteriores en una segunda etapa.

1.4.3.5 Implementaciones por separado

A manera de generar avances que sean útiles posteriormente, se empezó por realizar pruebas de código y conexión por separado en cada tecnología. Dichos códigos han pasado a ser validaciones para descartar fallos al momento de realizar códigos más complejas o integraciones. Además de que también sirven como un código y conexión ejemplo para desarrollar nuevas o diferentes características en el prototipo.

Los ejemplos generados que cumplen con estas características son los siguientes:

- **Puesta SD:** Dicho ejemplo permite validar que las conexiones, funcionamiento del módulo y el estado de la microSD no presentan fallas. En el ejemplo se crea un archivo .csv con el nombre que se desea y se guardan 3 columnas de datos con encabezado y 100 datos por columna.
- **Puesta Reloj Tiempo Real:** Dicho ejemplo nos permite validar el reloj externo DS3231. Al compilar y cargar el código se fija la fecha y hora en el reloj externo, y a manera de ciclo infinito el microcontrolador solicita esos datos y los va imprimiendo. Ante cualquier reinicio no debería perderse o reiniciarse la fecha.
- **Frecuencia de Muestreo con Modo Sleep:** Dicho ejemplo nos permite fijar una frecuencia de muestreo constante con periodo hasta de días en caso de ser requerido. Dicho código fija el tiempo y manda el microcontrolador a dormir para el ahorro de energía. Una vez que transcurre ese tiempo el microcontrolador vuelve a su función normal, realiza las tareas indicadas y repite la acción de fijarse una “alarma” y volver a dormirse.
- **Puesta del Módulo de Wi-Fi ESP32:** Dicho código nos permite probar el módulo de Wi-Fi del ESP32 y validar que se puede conectar a la red de internet que se desea y descartar problemas relacionados a esto.
- **Transmisión de datos a la Plataforma IO Adafruit:** Este ejemplo nos permite transmitir datos obtenidos a la plataforma IO Adafruit utilizando el módulo Wi-Fi del ESP32 y el

protocolo MQTT. Con esto es que se pueden almacenar y visualizar en tiempo real los datos a través del portal web de la plataforma.

Estas implementaciones por separado son completamente validadas, por lo cuales han pasado a la categoría de ejemplos de prueba. Durante este semestre se realizaron más implementaciones y pruebas por separado que no lograron obtener esta categoría. Una de ellas es la puesta del módulo SIM 900A la cual dado a sus inconsistencias que quedan por entender no se considera un ejemplo como herramienta para desarrollo.

1.4.3.6 Desarrollo alcanzado Etapa 1

El desarrollo alcanzado podría considerarse como un prototipo acotado, en el cual en un escenario controlado se pueden obtener parámetros a través de distintos sensores con una frecuencia de muestreo constante fijada. Almacenar esos datos contenidos junto con una estampa de tiempo con la fecha y hora obtenida a través del RTC en un archivo .csv dentro de una tarjeta microSD y transmitir esos datos a la plataforma IO de Adafruit a través del módulo Wi-Fi del microcontrolador.

1.4.3.7 Objetivos para la Etapa 2

Se propone para una etapa posterior a este ciclo seguir realizando distintos ejemplos de prueba junto con integración de más funcionalidades del prototipo. Además, la implementación de una propuesta de generación, almacenamiento y alimentación de energía para el sistema junto con un diseño mecánico que permita darle más durabilidad a la estación. Posteriormente a eso se propone realizar pruebas en campo y realizar ajustes para el aseguramiento de autonomía y longevidad del sistema. Una vez logrando esto, empezar con la integración de sensores mucho más robustos para la lectura de otros parámetros como oxígeno disuelto

1.4.4 Sistema de Registro de Mediciones

Como fue mencionado en secciones anteriores, el proyecto contaba con una problemática grave de una falta de sistematización en el registro de mediciones de calidad del agua, lo cual generaba una dispersión de los datos, una serie de datos con errores y por ende, una dificultad mayor para denunciar la marginación sistemática de estas comunidades.

Con el objetivo de solucionar estos problemas, y fortalecer a las comunidades en su lucha por un territorio libre de contaminación de sus cuerpos de agua, se realizó el “Sistema de Registro de mediciones”. La cual es una herramienta diseñada para capturar, organizar y gestionar los datos de calidad del agua obtenidos tanto en mediciones realizadas en el ITESO y en actividades de campo realizadas tanto por los participantes del PAP como por Ríos Vivos. Este archivo tiene la finalidad de facilitar la creación de una base de datos consolidada, que pueda posteriormente publicarse en la página oficial de Ríos Vivos (ver archivo titulado: “Sistema de Registro de Mediciones.xlsx” en la carpeta “Protocolo de Muestreo”, en la sección de “Productos finales” en la última página de este documento).

El sistema consiste en un documento de Excel, el cual se divide por múltiples hojas de cálculo interconectadas y que cumplen diversas funciones.

Figura 16 Pestañas relevantes del Sistema de Registro de Mediciones (elaboración propia)



Instrucciones

Esta pestaña proporciona una guía detallada sobre el uso correcto del sistema, explicando la función de cada una de sus hojas de cálculo y dando una guía paso por paso de como llenar la información de cada una de las mediciones que se realicen a lo largo del tiempo

Entrada de Datos y DBO5

En estas dos hojas se realizan los registros de los análisis de calidad del agua realizados tanto en el laboratorio como en campo. La hoja de Entrada de datos consiste en 5 secciones principales, detalladas a continuación y mostradas en la figura 15.

- **Nombre del parámetro a analizar:** Nombre de todos los parámetros a analizar, en cada una de estas celdas se tiene una nota, la cual especifica con mayor detalle bajo qué criterios se deben de registrar los parámetros
- **Etapas del análisis:** Etapa en la que se encuentra el análisis
 - En proceso: quiere decir que el análisis continúa en proceso y que se siguen registrando datos al momento, cuando esta celda es seleccionada el formato se mantiene para toda la fila en la que se hace el análisis para la muestra, dejando las celdas grises (sin valores) y las celdas blancas (dato registrado)
 - Completo: Al seleccionar este valor de la lista desplegable de la celda, todas las celdas de la fila cambian a color amarillo, para establecer que el análisis de esa muestra (la fila donde se están registrando los datos) está completo
- **Valores vacíos (Celdas grises):** Celdas donde no se ha registrado información, una vez se coloca algún valor (dentro de las especificaciones de cada celda y parámetro) la celda cambia a color blanco
- **Análisis en proceso (Celdas blancas):** Celdas donde ya se registró información, pero donde el análisis no ha terminado, es decir que faltan otros parámetros por evaluar
- **Análisis realizado por completo (Celdas amarillas):** Una vez el análisis de todos los parámetros seleccionado para la muestra haya terminado, se selecciona "completo" en la celda de Etapa del análisis, esto hace que todas las celdas de la fila cambien a color amarillo, simbolizando la conclusión del análisis para esa muestra

Figura 17 Entrada de Datos (elaboración propia)

FECHA DE MUESTREO	Códigos de Localidad	Cuerpo de Agua	Clave de sitio de muestreo	Punto de muestreo	Uso del Agua	Índice de Espectral	Turbidez (abt)	Concentración estimada DQO	DQO (abt)	DBO (mg/L)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	E COU (NMP/100ml)	Etapas de análisis
08/02/2025	CASB	Rio Santiago	HUM	Influyente	Cuerpo de agua	0.087	Bajo	0.4572	154				Completo
08/02/2025	CASB	Rio Santiago	HUM	Eluyente	Cuerpo de agua	0.078	Bajo	-0.3755	42				Completo
22/02/2025	OJDA	Chapala	LAG		Cuerpo de agua	0.176	Alto	0.34					Completo
22/02/2025	OJDA	Chapala	LAG		Cuerpo de agua	0.145	Alto	0.34					Completo
08/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM	Influyente	Agua de riego	0.074	Bajo	-0.265					Completo
08/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM	Eluyente	Agua de riego	0.068	Bajo	-0.244					Completo
08/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM	Eluyente	Agua de riego	0.064	Bajo	-0.192					Completo
08/03/2025	JUA	Rio Santiago	LAG		Cuerpo de agua		Bajo	-0.425					Completo
25/02/2025	JUA	Rio Santiago	CAS		Cuerpo de agua	0.055	Alto	0.097					Completo
25/02/2025	SAL	PTAR El Ahogado	CAS		Cuerpo de agua		Bajo	-0.337					Completo
29/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM	Influyente	Agua de riego	0.089	Bajo	-0.262					Completo
29/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM	Eluyente	Agua de riego	0.185	Bajo	-0.251					Completo
29/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM	Eluyente	Agua de riego	0.086	Bajo	-0.225					Completo
09/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM		Agua potable								
10/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
11/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
12/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
13/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
14/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
15/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
16/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
17/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
18/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
19/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
20/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
21/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
22/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
23/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
24/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
25/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
26/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
27/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
28/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
29/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										
30/03/2025	JUA	Rio Santiago	HUM										

Por otro lado, la hoja de DBO5 funciona de manera similar a la de “Entrada de Datos” los primeros puntos (Fecha de muestreo a punto de muestreo) se llenan automáticamente con lo alimentado en esta primera hoja. La función de la pestaña de DBO5 es registrar la información de este parámetro a lo largo del tiempo ya que se registran los datos al paso de un máximo de 5 días.

Resultados y Base de Datos

En esta hoja se da el registro final de los resultados, idealmente no se debe introducir ningún dato aquí, a menos que se tenga el resultado directo del análisis o sea información de un resultado obtenido por otro método. Finalmente, esta pestaña también da información preliminar de la calidad del agua del cuerpo analizado en cuestión.

Figura 18 Hoja de Resultados (elaboración propia)

R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	Col Fe (NMF)
Ósforo (ppm)	Dureza Total (mg/L)	Cloro Total (ppm)	Cloro Libre (ppm)	Coefficiente de Absorción Espectral	Turbidez (NTU)	DQO (ppm)	Calidad del agua (DQO)	DBO (mg/L)	Calidad del agua (DBO)	
	220				562	698	FUERTEMENTE CONTAMINADA	154	FUERTEMENTE CONTAMINADA	
0.883	305				126	84	CONTAMINADA	42	CONTAMINADA	
	137.5	4.14			331	663	FUERTEMENTE CONTAMINADA		N/A	
	137.5	3.54			266	663	FUERTEMENTE CONTAMINADA		N/A	
0.667	487.5	5.19			118	55	CONTAMINADA		N/A	
0.554	437.5	3.56			105	50	CONTAMINADA		N/A	
0.447	425	3.51			97	36	ACEPTABLE		N/A	
						97	CONTAMINADA		N/A	
0.608					78	188	CONTAMINADA		N/A	
						74	CONTAMINADA		N/A	
0.589	195	3.17	5.08		149	55	CONTAMINADA		N/A	
					349	52	CONTAMINADA		N/A	
0.538	190	2.97	4.29		143	45	CONTAMINADA		N/A	
							N/A		N/A	
							N/A		N/A	
							N/A		N/A	
							N/A		N/A	
							N/A		N/A	
							N/A		N/A	
							N/A		N/A	
							N/A		N/A	

Con la hoja de resultados, se alimenta la pestaña de Base de datos, cuyo objetivo es servir mostrar los datos en el formato oficial de base datos. Con la información desglosada de la manera que se ve en la figura 18, es posible exportar los datos a un formato CSV, para en un futuro (Una vez la interfaz este completa en futuros periodos) se pueda subir este archivo CSV delimitado por comas y el sistema pueda procesar los datos y ofrecer una visualización de estos en la página oficial de Ríos Vivos.

Figura 19 Base de Datos Oficial (elaboración propia)

N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
nitrate_ppm	nitrite_ppm	nitrogen_ppm	phosphates_ppm	phosphorus_ppm	total_hardness_mg/l	total_chlorine_ppm	free_chlorine_ppm	spectral_abs_coeff	turbidity_ntu	dqo_ppm	dqo_waterq	dbo_mg/l
			2.65	0.883	220	562				698	FUERTEMENTE CONTAMINADA	154
					305	126				84	CONTAMINADA	42
					137.5	4.14				331	663	FUERTEMENTE CONTAMINADA
					137.5	3.54				266	663	FUERTEMENTE CONTAMINADA
					2.00	0.667				118	55	CONTAMINADA
					1.66	0.554				105	50	CONTAMINADA
					1.34	0.447				97	36	ACEPTABLE
										97	CONTAMINADA	
0.026	0.080		1.82	0.608						78	188	CONTAMINADA
										74	CONTAMINADA	
0.085	0.054		1.77	0.589	195	3.17	5.08			149	55	CONTAMINADA
0.141	0.179									349	52	CONTAMINADA
0.191	0.041		1.61	0.538	190	2.97	4.29			143	45	CONTAMINADA

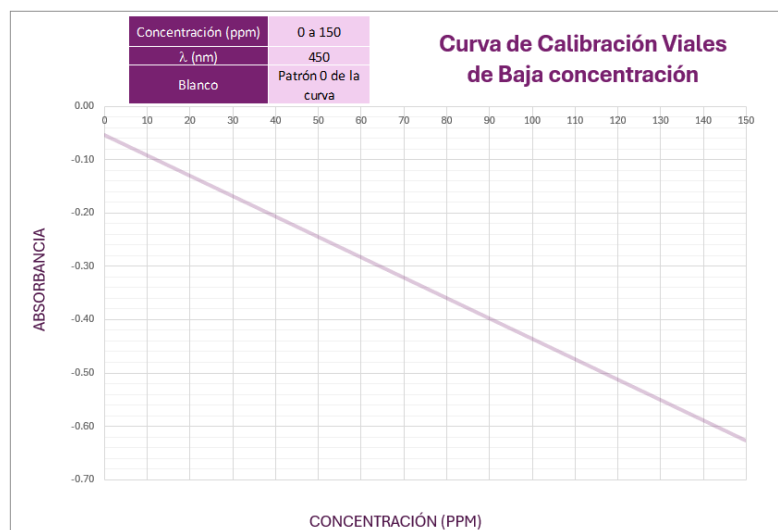
(Ver Pestañas “A1 - Curvas_Vfijos” y “A2 - Nom y Normativa”, del Documento “Sistema de Registro de Mediciones”, mencionado en la página 39).

En estas hojas se almacenan todas las curvas de calibración y valores fijos que son usados para los cálculos necesarios para la obtención de los resultados finales. Es importante mantener los valores

intactos a menos que existan nuevas curvas de calibración para nuevos parámetros o parámetros ya analizados. En estas pestañas es importante seguir las instrucciones, ya que no se deben de modificar las curvas ya realizadas, en caso de que existan cambios en las curvas de calibración o los valores fijos para parámetros que ya los tienen, es necesario realizar una nueva curva o un nuevo registro de valores y vincular dichos cálculos nuevos en la pestaña de resultados, esto a partir de la fila y la fecha en la cual se realizó el cambio, ya que si se modifican las curvas todos los parámetros históricamente cambiarían, disminuyendo la confiabilidad de la información obtenida a través del tiempo.

Por otro lado, en la pestaña de A2 - Nom y Normativa se tienen parámetros considerados de la normativa e información importante como la nomenclatura usada en este archivo

Figura 20 Ejemplo de curva de calibración de la hoja de A1 - Curvas_Vfijos (elaboración propia)



También se propuso una actualización de la Nomenclatura y códigos de los tipos de sitio en los que se toman muestras, descritos en esta tabla:

Tipo de sitio de muestreo	Código
Humedal	HUM
Purificadora	PURI
Filtro casero	FIL
Pozo	POZ
Lago	LAG
Cascada	CAS
Drenaje	DREN
Vivero	VIV
Manantial	MAN
Río	RIO
Red distribución	RED

Este sistema garantiza la confiabilidad de los datos que se tienen, y facilitan el almacenamiento de la información, sin embargo, y a pesar de estar completado, el Sistema de Registro de Mediciones es un paso intermedio, ya que se pretende migrar la completitud del sistema a la página web de Ríos Vivos, razón por la cual se realizaron los siguientes entregables.

1.4.4.5 Entregables para el traslado del sistema a la página web de Ríos Vivos

Debido a que se pretende trasladar del Sistema de Registro de Mediciones a la página oficial de Ríos Vivos, fue necesario realizar entregables para explicar funcionamiento del sistema en su primera versión (Sistema de Registro de Mediciones V. 1.0). Esto con el objetivo de que para futuros periodos de trabajo, se pueda usar esta información como referente para generar el un Sistema de Registro de Mediciones más eficiente

Resumen de parámetros y límites para validación de datos

Este documento fue realizado con el objetivo de resumir toda la información tomada en cuenta sobre los parámetros de calidad del agua para el desarrollo del Sistema de Registro de Mediciones. De esta manera, el equipo de desarrollo web puede tener un mayor entendimiento de la importancia de la medición de los parámetros de calidad del agua, y pueden en un futuro desarrollar la interfaz de calidad del agua de la página web de una manera más sencilla.

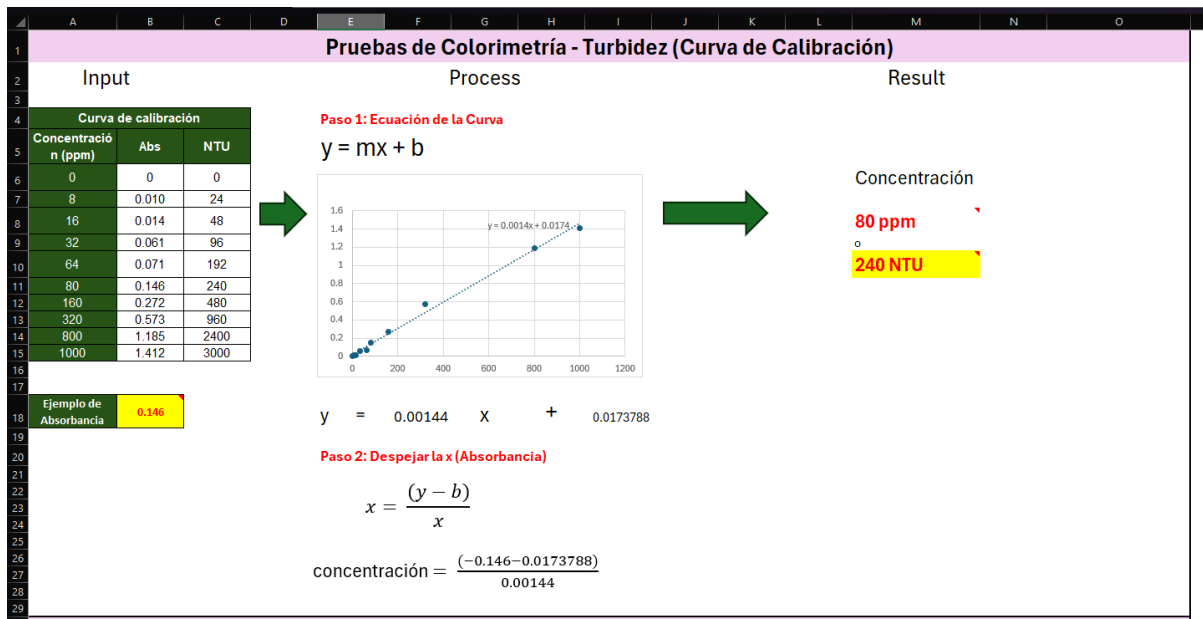
Figura 21 Resumen y detallado de parámetros de calidad del agua (elaboración propia)

	A	B	C	D	E	F
	Parametros	Definición	Rangos aceptables (Estimación)	Tipo de dato	Nombre Clave	Clave Propuesta
1	FECHA DE MUESTREO	Fecha en la que se tomaron las muestras en cuestión	Valores de Fecha	Date	fecha_muestreo	sampling_date
2	Códigos de Localidad	Codigos establecidos de las localidades donde se tomaron las muestras de agua	Codigos establecidos	String	codigo_localidad	community_code
3	Cuerpo de Agua	Cuerpo de Agua donde se tomó la muestra, o donde se hace la descarga	Texto	String	cuerpo_agua	water_body
4	Clave de sitio de muestreo	Codigos establecidos de los diferentes tipos de sitios de muestreo que existen	Texto	String	clave_sitio	site_code
5	Punto de muestreo	Establecer si se analiza el influente o el efluente de un humedal o cuerpo de agua	Texto	String (o enum)	punto_muestreo	sampling_point
6	Uso del Agua	Uso que se le da al agua que se está analizando, importante para conocer los indicadores de calidad del agua	Texto	String (o enum)	uso_agua	water_use
7	Coordenadas (X)	Coordenadas Geográficas del eje	-180 a 180	Float / Double	coordenadas_x	coord_x

Detallado de entrada de datos, proceso y resultados

Finalmente, se realizó este documento para ejemplificar y demostrar cómo es la metodología para la obtención de resultados de los parámetros de calidad del agua obtenidos en laboratorio. De esta manera, el equipo de desarrollo web puede comprender estos procesos y replicarlos en la versión web del Sistema de Registro de Mediciones.

Figura 22 Detallado de los procesos del Sistema (elaboración propia)



1.4.5 Actualización Visual Estática de la página web

El presente proyecto consiste en el diseño y desarrollo de una página web que servirá como *Landing Page* para la Asociación Ríos Vivos. La plataforma estará orientada a proporcionar información sobre la Asociación, su misión y las comunidades que participan en ella, con el propósito de fortalecer su presencia digital (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales]. La página se dirigirá a un público diverso, incluyendo donadores, académicos y miembros de las comunidades vinculadas a la Asociación.

El objetivo principal será facilitar la recaudación de donaciones en línea, garantizando una experiencia accesible y segura para los usuarios. Además, se implementarán funcionalidades adicionales como la actualización dinámica de la información a través de un panel de control, la visualización de datos de monitoreo, un sistema de comunicación para las comunidades y un repositorio de información académica (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales]. Estas herramientas permitirán que la Asociación consolide su imagen institucional y fomente una interacción más eficiente con sus diferentes audiencias (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales].

1.4.6 Auditoría de Seguridad

En la actualidad, el uso de medios informáticos y plataformas digitales es fundamental para la comunicación, gestión y proyección de las organizaciones civiles. No obstante, la ausencia de una estrategia clara en el manejo de estos recursos puede derivar en vulnerabilidades de seguridad, desorganización interna y un uso ineficiente de las herramientas tecnológicas. Por esta razón, se llevó a cabo una auditoría de seguridad informática en la infraestructura digital de Ríos Vivos, con el objetivo de identificar amenazas potenciales y establecer acciones correctivas.

El primer paso consistió en revisar las plataformas en uso, sus propósitos específicos y su posible exposición a ataques informáticos. Durante esta revisión inicial, se detectó actividad sospechosa a través del servicio DNS de Cloudflare. En los registros se observaron alrededor de 53,170 solicitudes mensuales, muchas de las cuales no eran atendidas desde la caché, lo cual sugería que los intentos de acceso estaban dirigidos intencionalmente a sobrecargar los recursos del servidor. Este patrón es característico de ataques de denegación de servicio distribuido (DDoS). Además, el tráfico generado por estas solicitudes alcanzaba los 2.17 GB mensuales. Aunque esta cifra aún no representa un costo elevado, podría escalar rápidamente en caso de incorporar más contenido visual o multimedia al sitio, generando gastos innecesarios en plataformas de almacenamiento y distribución en la nube.

Figura 23- Solicitudes mensuales del Sitio riosvivos.org (elaboración propia)

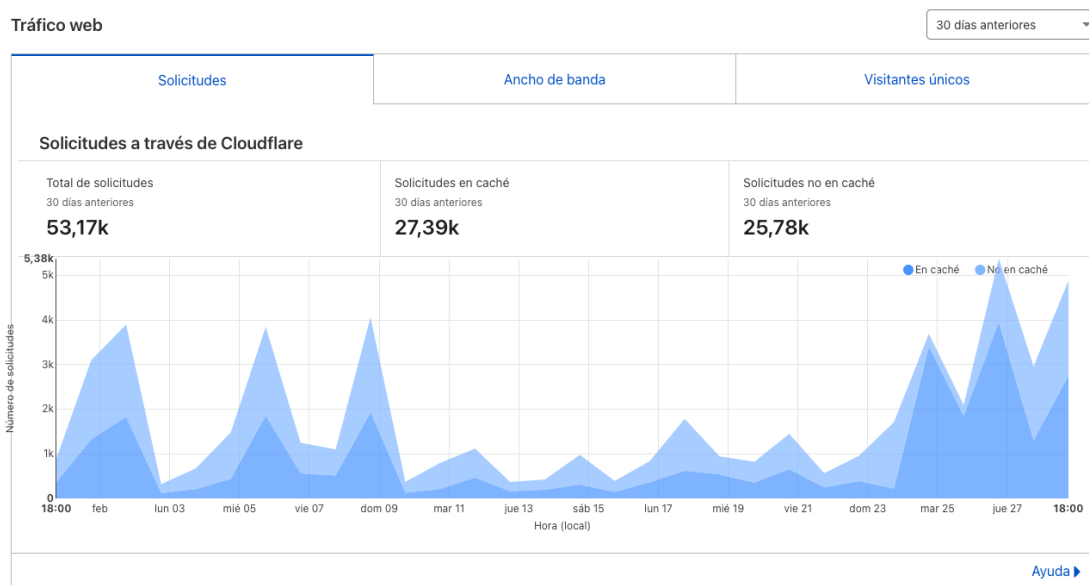
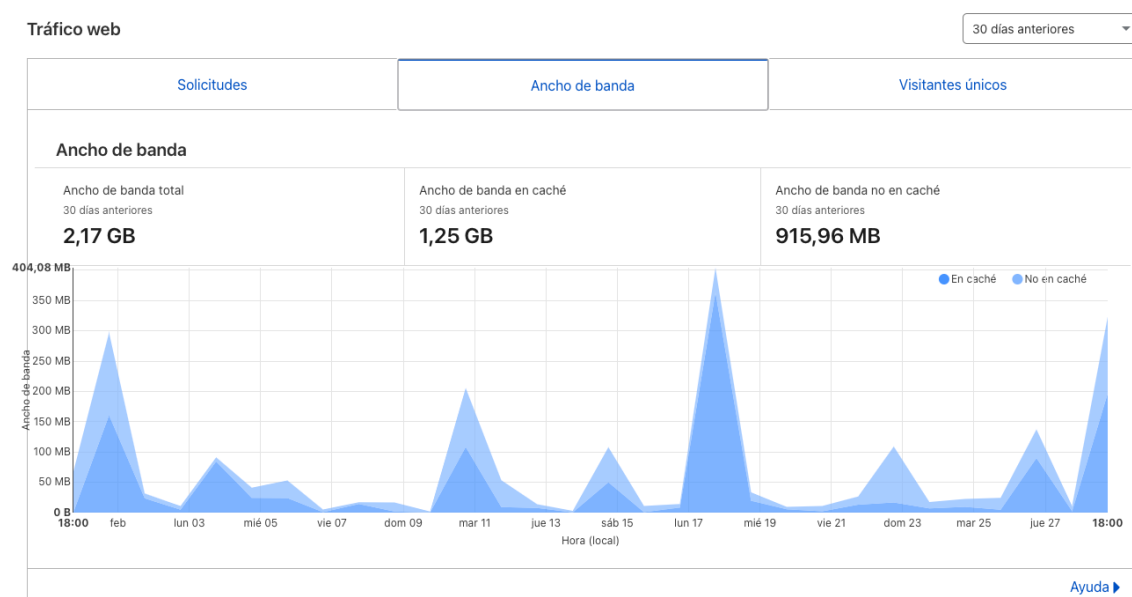


Figura 24 - Ancho de banda gastado mensualmente del Sitio riosvivos.org (elaboración propia)



El análisis también reveló que gran parte de este tráfico provenía de países donde Ríos Vivos no tiene presencia ni vínculos de colaboración, con volúmenes de acceso similares o incluso superiores a los registrados desde México. Esto confirmó la existencia de un ataque externo. Como medida de mitigación, se activó el "modo bajo ataque" ofrecido por Cloudflare, el cual incorpora un sistema de validación mediante CAPTCHA para filtrar el tráfico automatizado y garantizar el acceso únicamente a usuarios legítimos. Esta solución permitió detener el ataque sin afectar la experiencia de navegación de los visitantes reales del sitio web, asegurando tanto la integridad de la plataforma como la continuidad de su operación.

Figura 25- Tabla de tráfico registrado por país mensualmente en el Sitio riosvivos.org (elaboración propia)

Principales países/regiones de tráfico	
30 días anteriores	
País/región	Tráfico
United States	11.869
Ireland	9440
Mexico	4345
Singapore	4074
Netherlands	4054




[Ayuda ▶](#)

Como segunda etapa de la auditoría, se revisaron las configuraciones de privacidad en plataformas utilizadas por la organización, como Google y YouTube. Durante esta revisión se detectaron ajustes potencialmente peligrosos, como la activación de la ubicación en tiempo real y el historial de búsqueda compartido entre los miembros con acceso a la cuenta institucional. Estas configuraciones representaban un riesgo considerable, ya que, en caso de una intrusión, podrían comprometer información sensible, incluyendo la ubicación o domicilio de integrantes del equipo. Como medida correctiva, se eliminaron los permisos innecesarios y se ajustaron las configuraciones de privacidad para evitar que estos datos se sigan recopilando o almacenando, fortaleciendo así la seguridad de la organización.

Figura 26 - Configuraciones encontradas en la plataforma de Google (elaboración propia)

Configuración del historial

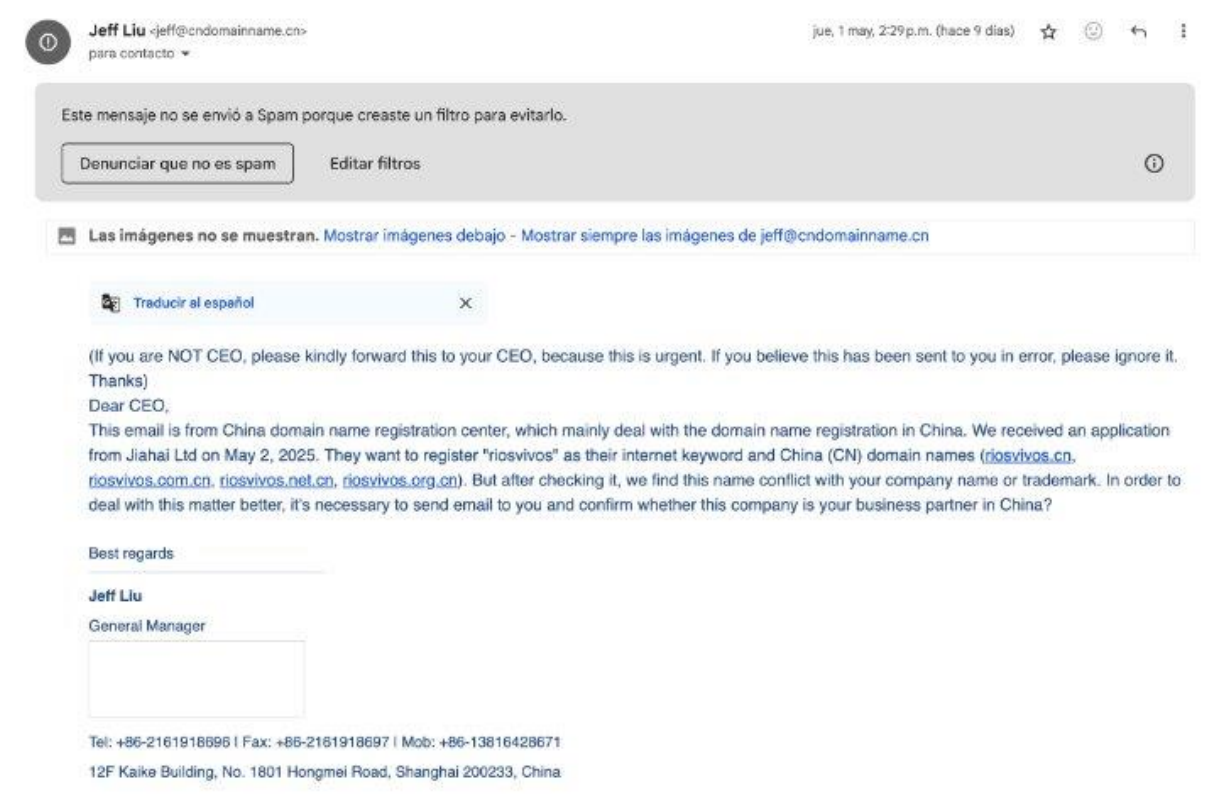
Determina si quieres guardar tu actividad y los lugares que visitas para obtener resultados más relevantes, mapas personalizados, recomendaciones y mucho más.

 Actividad web y de aplicaciones	<input type="checkbox"/> Detenida	>
 Rutas	<input type="checkbox"/> Detenida	>
 Historial de YouTube	<input type="checkbox"/> Detenida	>

Consulta y borra tu historial en cualquier momento.

En la tercera etapa de la auditoría se identificaron en el buzón de correo institucional varios mensajes con características propias de intentos de phishing. Estos correos buscaban suplantar la identidad de autoridades o contactos confiables con el objetivo de engañar a los destinatarios y obtener beneficios indebidos mediante la manipulación de la comunicación. Ante esta situación, se procedió a notificar de inmediato a los miembros de la organización sobre el riesgo, brindándoles recomendaciones para identificar este tipo de amenazas. Adicionalmente, se configuraron filtros de correo no deseado más estrictos y se reforzaron las políticas de seguridad para reducir la probabilidad de que mensajes similares lleguen nuevamente a la bandeja de entrada.

Figura 27- Correo phishing enviado a la cuenta institucional de Ríos Vivos (elaboración propia)



Como punto final, se considera necesario llevar a cabo una nueva etapa de verificación de seguridad más profunda en todas las herramientas digitales utilizadas por Ríos Vivos. La auditoría actual permitió identificar riesgos relevantes, pero se enfocó en un nivel superficial, por lo que es probable que existan vulnerabilidades más complejas aún no detectadas. Además, se identificó que parte de la información sensible podría estar en riesgo debido a configuraciones de seguridad insuficientes o ausentes. Una revisión exhaustiva permitirá no solo proteger adecuadamente los datos confidenciales de la organización, sino también establecer protocolos más sólidos para prevenir accesos no autorizados y garantizar la integridad de sus operaciones digitales.

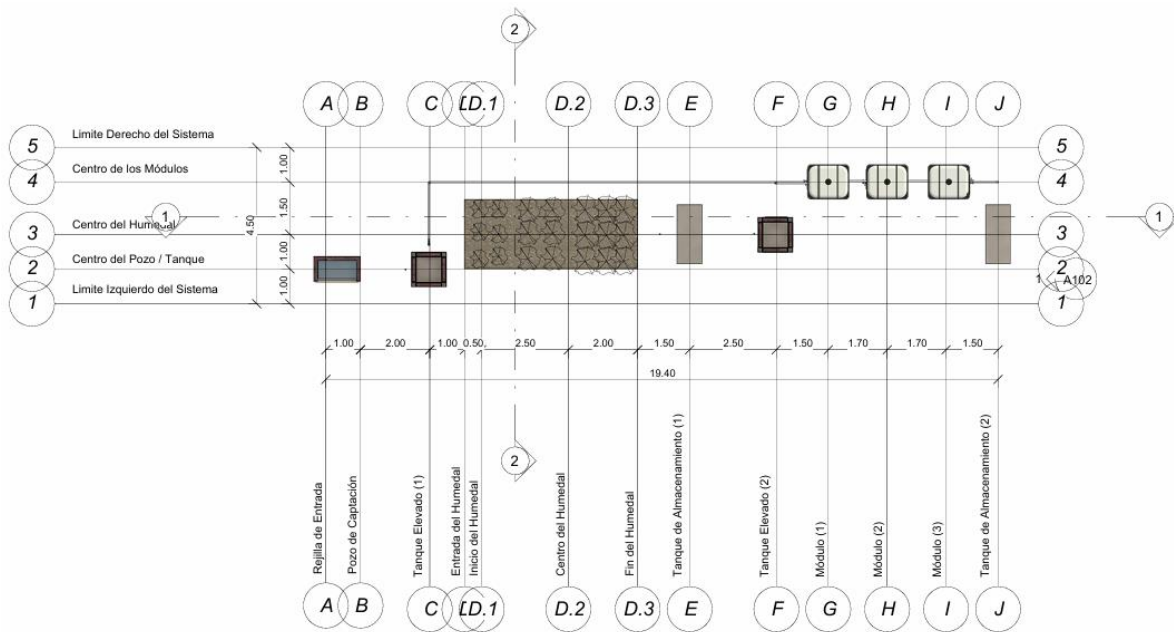
1.4.7 Diseño e implementación de nuevos humedales

La presente sección del Proyecto de Aplicación Profesional (PAP), se encarga del desarrollo e investigación de nuevos sistemas para el tratamiento de aguas domésticas por parte de las comunidades cercanas al río Santiago. Haciendo un enfoque en la implementación de soluciones sostenibles con el entorno natural que se encuentra en la región, además de buscar características que cumplan con criterios económicos y replicables para otras comunidades con la misma problemática de la contaminación en sus cuerpos de agua.

Por lo que se proponen soluciones como el diseño y planeación de un nuevo sistema de tratamiento para el agua proveniente del río Santiago mediante la construcción de un humedal de tipo subsuperficial de flujo horizontal que conecte con una ampliación de módulos experimentales implementado en la comunidad de Casa Blanca. Por otra parte, en esta sección también se describe los procedimientos y metodologías utilizadas para la contextualización del terreno en la localidad de Juanacatlán, que nos permitirán sentar una base sólida

1.4.7.1 Diseño de Humedal Experimental en Casa Blanca

Figura 28. Planta de Terreno Natural.



Fuente: Elaboración Propia.

Aprovechando del conocimiento de profesionales en el diseño y la gestión de distintos tipos de humedales, así como los 20 años de experiencia que respaldan a la Dra. Zurita, se plantea un proceso de retroalimentación continua, además de contemplar diversas propuestas en su fase de implementación y de esta manera poder evaluar de manera práctica las diferentes configuraciones de humedales artificiales en el terreno de Martín, localizado en la comunidad de Casablanca.

Algunos de los objetivos principales que se pretenden observar y analizar en el diseño de este humedal experimental, es la eficiencia en la reducción de distintos contaminantes, además de considerar ciertos criterios como la entrada y salida del agua residual en diversos tipos de humedales (verticales, horizontales e híbridos), la selección de materiales para su construcción, la granulometría del sustrato, especies vegetales apropiadas según la región y control de distintos parámetros que miden el estado de contaminación del cuerpo del agua.

El diseño del sistema se compone principalmente de un humedal subsuperficial de flujo horizontal, cuyas dimensiones son de 5.00 x 2.00 x 0.90 m que permiten un tiempo de retención de 3 días dentro del humedal. Esta capacidad de volumen y tiempos son necesarios para el tratamiento de los procesos biológicos y físicos que intervienen en la reducción de materia orgánica, nutrientes y patógenos, según las recomendaciones de los estándares por parte de la EPA y la CONAGUA para el diseño de humedales de tratamiento.

A continuación, se muestran los cálculos técnicos utilizados para el prediseño del humedal artificial, así como la justificación y suposición de ciertos parámetros y decisiones técnicas que se tomaron en conjunto con la organización de Ríos Vivos para lograr su correcto funcionamiento, buscando un mantenimiento accesible y fácil de operar, además de contemplar aquellos retos y necesidades que se han afrontado a lo largo de este tiempo en los humedales existentes.

Volumen Útil del Humedal

$$V = A \cdot h \cdot n \rightarrow (10 \times 0.90 \times 0.35) = 3.15 \text{ m}^3$$

En donde cada variable representa:

$$A = (5.00 \text{ m} \times 2.00 \text{ m}) \rightarrow 10 \text{ m}^2 \text{ [Área superficial del humedal]}$$

$$h = 0.90 \text{ m} \text{ [Profundidad Total – Humedal]}$$

$$n = 0.35 \text{ [Porosidad efectiva del medio filtrante]}$$

Para el cálculo del tiempo de retención hidráulica (TRH), es importante señalar que se plantea desde un caudal supuesto, utilizado comúnmente para este tipo de comunidades, utilizando como referencia el humedal en construcción en la localidad de Ojo de Agua. Proponiendo un caudal típico moderado de $Q = 1,050 \text{ L/día}$, para obtener los 3 días de retención hidráulica dentro del humedal.

Tiempo de Retención Hidráulica

$$TRH = \frac{V}{Q} \rightarrow \frac{3,150 \text{ L}}{1,050 \text{ L}} = 3 \text{ días}$$

Se propuso una pendiente de fondo en el humedal dentro de un rango del (0.5 al 1.0 %). Esto evita los estancamientos debido al arrastre del sustrato, además de que permite un flujo laminar continuo fundamental en sistemas de tratamientos por medios porosos como lo son las capas filtrantes de grava de diferentes granulometrías.

$$\begin{aligned}\Delta h &= 0.5\% \text{ a } 1.0\% \times \text{Longitud Total del Humedal (5.00 m)} \\ &= 2.5 \text{ cm a } 5.0 \text{ cm (profundidad)}\end{aligned}$$

Sin embargo, para la conducción por gravedad desde los tanques elevados, se contempla garantizar una pendiente mínima del 2% para permitir un flujo estable por gravedad, sin la necesidad de bombear el agua nuevamente, minimizando el consumo energético y de mantenimiento que representa el uso de más bombas hidráulicas.

Tubería desde el Tanque elevado a módulos experimentales

$$\Delta h = 11.5 \text{ m} \times 0.02 = 0.23 \text{ m (profundidad desde el Terreno Natural)}$$

Tubería de Salida al Río Santiago desde los Tanques de Almacenamiento

$$\Delta h = 2.00 \text{ m} \times 0.02 = 0.04 \text{ m (profundidad desde el Terreno Natural)}$$

Otro punto importante para destacar en las decisiones del proyecto fue la selección y el diámetro de la tubería. Pues se optó por utilizar un material de PVC sanitario con un diámetro de 1-1/4". Pues nos permite controlar una velocidad baja menor de (0.3 m/s), evitando la erosión de sedimentos.

Diámetro interno de la Tubería

$$D = 0.032 \text{ m}$$

$$\text{Área de la Tubería} = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow \frac{\pi \cdot 0.032^2}{4} = 0.000804 \text{ m}^2$$

Como se explicó con anterioridad, se utilizó el mismo caudal típico para la comunidad de Casa Blanca, para determinar la velocidad con la que cuenta la tubería.

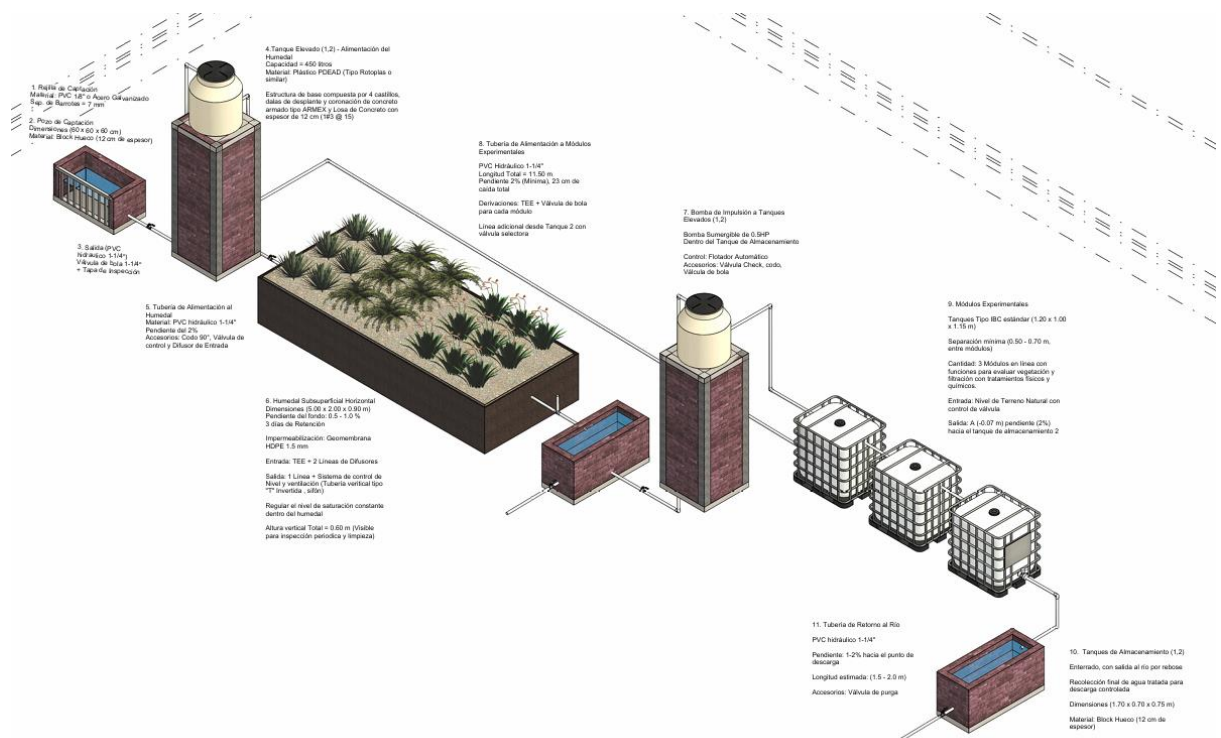
$$Q = 1050 \frac{L}{\text{día}} \rightarrow 1.22 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = \frac{Q}{A} \rightarrow \left(\frac{1.22 \times 10^{-5} \text{ m}^3}{8.04 \times 10^{-4}} \right) = .0015 \text{ m/s}$$

Descripción General del Sistema

El sistema de tratamiento diseñado para Casa Blanca se compone principalmente por una serie de elementos hidráulicos y estructuras adicionales para la captación de agua contaminada del río Santiago, para posteriormente ser bombeada a tanques elevados y lograr la conducción gravitacional hacia el humedal artificial y los módulos experimentales que permitirán el tratamiento y la evaluación de distintos métodos de saneamiento como los físicos, químicos y biológicos.

Figura 29. Vista isométrica del modelo BIM.



Fuente: Elaboración Propia.

1. Rejilla de Captación: Se encuentra localizada al comienzo del sistema, su funcionalidad es filtrar aquellos solidos de grandes dimensiones y evitar que obstruyan posteriormente las tuberías. Por esta razón se propuso una rejilla compuesta por barrotes de PVC o varilla corrugada de diámetro (1/8") con una separación mínima de 7 mm.

2. Pozo de Captación: La rejilla estará localizada en la entrada a un pozo de captación, con dimensiones de (60 x 60 x 60 cm) construido con un sistema de mampostería de block hueco, con piezas aproximadas de un ancho de 12 cm. Su funcionalidad es acumular el agua del río para ser reingresada a los tanques elevados mediante una bomba sumergible de (0.5 HP) y un flotador automático dentro del tanque elevado.
3. Tanques Elevados (1 y 2): La capacidad con la que cuenta cada tanque es aproximada a los 450 L, se contempla el uso de tanques de almacenamiento del tipo ROTOPLAS (PEAD), pues trabajarán como un depósito intermedio en donde se impulsa agua hacia el humedal y los módulos de experimentación. Se proyecta colocar estos tanques sobre estructuras de concreto armado tipo ARMEX (4#3) con estribos a cada 15 centímetros o una estructura a base de cuatro perfiles de acero del tipo PTR o IR para resistir las cargas a compresión correspondientes al tanque, su contenido interior y la losa que lo sostiene que puede ser una losa llena de concreto con un espesor de 12 cm y refuerzo (#3@15cm) o una placa con un espesor mínimo de 3.2mm.
4. Humedal Subsuperficial Horizontal: Las dimensiones con la que cuenta el humedal son de (5.00 x 2.00 x 0.90m) con una pendiente que va desde los 0.5 a 1%, que permite un tiempo de retención de 3 días. Esta sección del sistema se compone de tres capas de grava (fina, media y gruesa), con la posibilidad de contar con una capa adicional de tezontle para la colocación de vegetación acuática que se nutra a partir de los contaminantes que se alojan en la zona de saturación por medio de dos difusores. El material que se plantea utilizar para la construcción de este humedal es una geomembrana de 1.5 mm de espesor del tipo HDPE para la impermeabilización del subsuelo. Es importante mencionar que en la salida del humedal se cuenta con un control tipo sifón para regular el nivel de agua.
5. Módulos Experimentales: Se compone de tres tanques de plástico de tipo Tote IBC con dimensiones de (1.20 x 1.00 x 1.15 m), conectados en paralelo con una separación aproximada entre tanques de 1.70m. Esto permitirá evaluar diferentes tipos de vegetación, materiales filtrantes, así como soluciones físicas y químicas.
6. Tanques de Almacenamiento (1 y 2): Se encuentran justamente después del humedal y de los módulos experimentales, su función es recolectar el agua tratada para darle salida nuevamente al río. Sin embargo, la primera zona de almacenamiento también tiene la posibilidad de alimentar al segundo tanque elevado para posteriormente utilizar esta agua en los diferentes módulos, controlado por medio de válvulas de paso.

1.4.7.2 Estudio Topográfico en Parcela de Alfonso Nuño

Durante esta etapa del PAP, se realizó un nuevo sondeo y estudio topográfico en la localidad de Juanacatlán. Pues resulta indispensable el contar previamente con información precisa acerca de las condiciones topográficas del sitio para el desarrollo y planeación de nuevos sistemas de tratamiento, con la finalidad de estudiar las elevaciones y pendientes del terreno y de esta manera evaluar las zonas de aprovechamiento hidráulico (entrada/salida) del sistema, además de determinar la ubicación óptima y el tipo de solución más adecuado con respecto a su entorno.

El levantamiento topográfico se llevó a cabo en el predio de la familia Nuño, ubicado en Juanacatlán, Jalisco. La ejecución de este procedimiento se dividió en dos etapas principales, la primera etapa implicó un trabajo de campo para la medición y reconocimiento del terreno, al registrar un levantamiento preciso de puntos de referencia que nos permiten conocer las coordenadas geográficas (AZIMUT) que se componen en latitud, longitud y altitud para cada uno de los puntos de medición con referencia a la estación total. Al conocer el sistema de coordenadas globales de cada punto de interés se puede determinar mediante cálculos trigonométricos la distancia existente entre el punto y la estación total, así como la medición de los ángulos horizontales y verticales.

Mientras que en la segunda etapa se dedicó al procesado de la información a través de software dedicado al estudio topográfico y su representación técnica como lo es Civil 3D, generando un plano base georreferenciado que nos sirve para las futuras intervenciones al definir las áreas de captación, y las zonas óptimas para situar los sistemas de tratamiento al aprovechar los cuerpos de agua cercanos como el canal paralelo al río. Durante esta etapa se interpretan los cadenamientos realizados en campo, para la creación de curvas de nivel con una equidistancia de 0.70 a 1.20 realmente, útiles para visualizar de manera más efectiva las alturas y niveles en los distintos puntos del sitio, así como los perfiles longitudinales y transversales para determinar las pendientes del terreno y saber si es necesario realizar algún corte o relleno.

Figura 30. Levantamiento Topográfico en Juanacatlán.

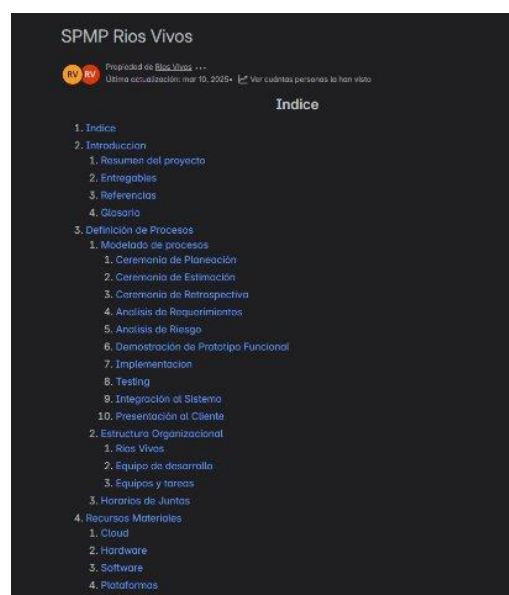


Fuente: Elaboración Propia.

1.4.8 Organización del departamento de Sistemas

El proceso de organización del departamento de Sistemas se estructuró mediante la creación de diversos documentos clave, con el objetivo de mejorar la planificación, la trazabilidad y la colaboración entre los equipos involucrados. Entre los principales documentos generados se encuentran el Software Project Management Plan (SPMP), el Software Requirements Specification (SRS) y el documento de definición de Features de la plataforma. Todos estos fueron desarrollados y alojados en Confluence, lo cual facilitó la colaboración entre los miembros del equipo técnico y permitió que la información estuviera centralizada, accesible y en constante actualización.

Figura 31 - Caratula del documento de SPMP (elaboración propia)



The image shows the cover of a document titled "SPMP Rios Vivos". At the top, it says "Propiedad de Rios Vivos" and "Ultima actualización: mar 10, 2025". Below this is a table of contents titled "Indice".

Indice	
1. Índice	
2. Introducción	
1. Resumen del proyecto	
2. Entregables	
3. Referencias	
4. Glosario	
3. Definición de Procesos	
1. Modelado de procesos	
1. Ceremonia de Planeación	
2. Ceremonia de Estimación	
3. Ceremonia de Retrospectiva	
4. Analisis de Requerimientos	
5. Analisis de Riesgo	
6. Demostración de Prototipo Funcional	
7. Implementación	
8. Testing	
8. Integración al Sistema	
10. Presentación al Cliente	
2. Estructura Organizacional	
1. Rios Vivos	
2. Equipo de desarrollo	
3. Equipos y tareas	
3. Horarios de Juntas	
4. Recursos Materiales	
1. Cloud	
2. Hardware	
3. Software	
4. Plataformas	

Una vez establecida esta base documental, se procedió a configurar el entorno de trabajo en GitHub Projects, donde se organizaron las tareas siguiendo la metodología ágil SCRUM. Para asegurar la continuidad del trabajo incluso en ausencia del equipo de desarrolladores de ITESO, se brindó capacitación a ciertos miembros de Ríos Vivos en el uso de esta herramienta, así como en la dinámica de trabajo SCRUM, permitiéndoles participar activamente en la planificación y seguimiento de tareas. La implementación de este marco de trabajo ágil permitió visualizar el avance del proyecto de forma clara y estructurada, y facilitó la priorización de tareas según los ciclos de desarrollo establecidos.

Figura 32 - Tareas alojadas en la plataforma Github Projects (elaboración propia)

Title	Assignees	Status	Priority	Estimate	Sprint	Labels	Milestone
1. Create admin/monitoring #74	PortiaGD	In progress	Critical	1	Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
2. Dynamic Image Module #7	PortiaGD	In progress	Critical	2	Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
3. Define Graphics for the data outputs #12		Backlog	Critical		Sprint 15	Analysis, Backlog	Versiones Futuras
4. Login #39	joonheon	In progress	Critical		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
5. Authentication and Authorization Middleware #51	joonheon	Backlog	Critical		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
6. Register and creation of users #12	PortiaGD	Backlog	Critical		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
7. Dynamic Calendar Module #17		Backlog	High		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
8. CWSD Archives Section #20	joonheon	Backlog	High		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
9. CWSD Landing Page Section #16	joonheon	Backlog	High		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
10. CWSD Resources Section #12	joonheon	Backlog	High		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
11. Create API for external monitoring devices #11	PortiaGD	Backlog	High		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
12. CWSD Communities #10	PortiaGD	Backlog	High		Sprint 15	Feature	Entrega Primavera F&P
13. Create Security Map #4	PortiaGD	In progress	Low	1	Sprint 15	Analysis	Entrega Primavera F&P
14. Creation of a video explaining the site #12	PortiaGD	Backlog	High		Sprint 12	Documentation	Entrega Primavera F&P
15. Capture CSV via Database #17		Backlog	Mid		Sprint 12	Feature	Entrega Primavera F&P
16. Frontend #70		Backlog	Mid		Sprint 12	Feature	Entrega Primavera F&P
17. Backend #71		Backlog	Mid		Sprint 12	Feature	Entrega Primavera F&P
18. Module to show Provided CSVs #12		Backlog	Mid		Sprint 12	Feature	Versiones Futuras
19. Multitarea Connection to Youtube #10		Backlog	Mid		Sprint 12	Feature	Entrega Primavera F&P
20. Dynamic Policies Update #18		Backlog	Low		Sprint 12	Feature	Entrega Primavera F&P
21. Creation of Design #5	PortiaGD	Backlog	Low	2	Sprint 12	Analysis	Versiones Futuras
22. Landing Page new Design #12		Low					Versiones Futuras
23. Activities new Design #15		Low					Versiones Futuras
24. Create Base Sections #22		Low					Versiones Futuras
25. Design Graphics for the Site #17		Low					Versiones Futuras
26. Alliance Section (with CWSD) #14		Low					Versiones Futuras
27. Localization Module #15		Low					Versiones Futuras
28. CWSD Blog Section #16		Low					Versiones Futuras

Gracias a esta organización, fue posible la implementación de herramientas de monitoreo como el Burn Up Chart, que permite visualizar el progreso frente a los objetivos planificados, y el Roadmap, que define las fases clave y entregables del proyecto. Estas herramientas, además de mejorar la visibilidad del avance, ayudaron durante las sesiones de estimación a identificar errores, carencias documentales y posibles bloqueos técnicos. Como resultado, se definieron de manera más precisa los alcances reales del proyecto y se ajustaron las prioridades de desarrollo, optimizando así cada sprint y asegurando una mejor alineación con los objetivos estratégicos de la organización.

Figura 33 - Roadmap del proyecto alojado en Github Projects (elaboración propia)



Figura 34- Grafica de Burn up mostrando tareas agregadas vs tareas terminadas (elaboración propia)



1.4.9 Feature de Donativos

Dado que la captación de donativos requiere cumplir con normativas civiles y fiscales, incluyendo la recolección de datos personales para evitar riesgos legales como el lavado de dinero y la formalización de términos de acuerdo para ciertos montos, y ante la ausencia de infraestructura jurídica y técnica en el momento de la campaña, se optó por una estrategia temporal de captura de información previa al cobro (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales].

Se implementó un formulario de pre-registro, como el que se muestra a continuación, en el cual se solicitó a los interesados:

- Nombre completo
- Correo electrónico
- Teléfono de contacto
- Dirección fiscal (calle, número, ciudad, estado, país, código postal)
- Rango estimado de donación

Este formulario permitió recopilar información clave para mantener contacto con cada donante interesado, sin comprometer legal ni fiscalmente a la organización en tanto no se contará con los documentos y procesos formales necesarios (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales].

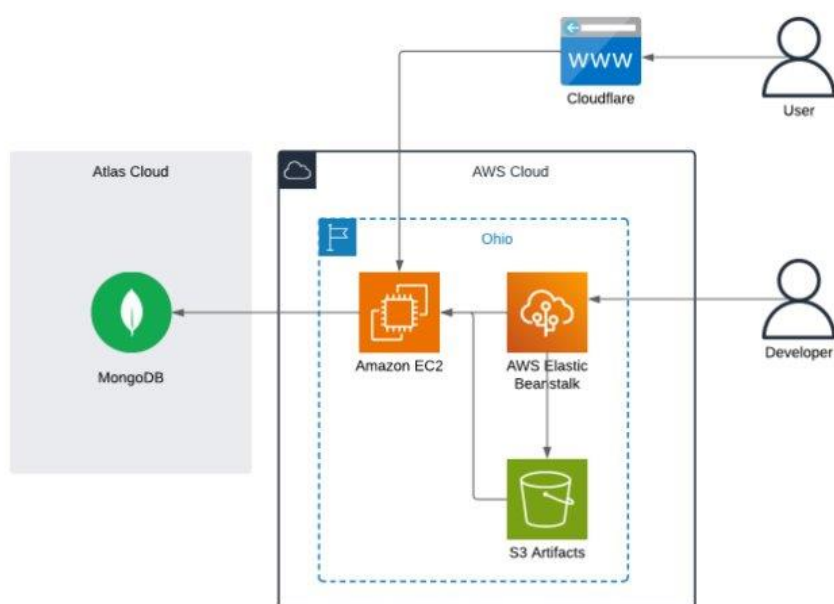
Así, no se procesaron los donativos en ese momento, sino que se optó por contactar posteriormente a los donantes registrados para formalizar el proceso en cuanto se resolviera la situación documental (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales].

Esta solución temporal permitió avanzar en la organización de la campaña de recaudación de manera responsable, transparente y sin poner en riesgo su validez futura (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales].

1.4.10 Definición e implementación de Arquitectura

Como primer paso en la definición de la arquitectura, se realizó un diagnóstico de la infraestructura implementada por generaciones anteriores. Este proceso resultó complejo debido a la escasa documentación disponible y a la falta de referencias claras, lo que dificultó la comprensión del estado actual hasta casi el cierre de la primera entrega. El análisis reveló una arquitectura básica, gratuita y dispersa, compuesta por herramientas configuradas manualmente y distribuidas en distintas plataformas en la nube. Esta fragmentación generaba desorganización, complicaciones en la administración y una alta dependencia del conocimiento tácito de los equipos anteriores.

Figura 35- Diagrama de infraestructura inicial (elaboración propia)

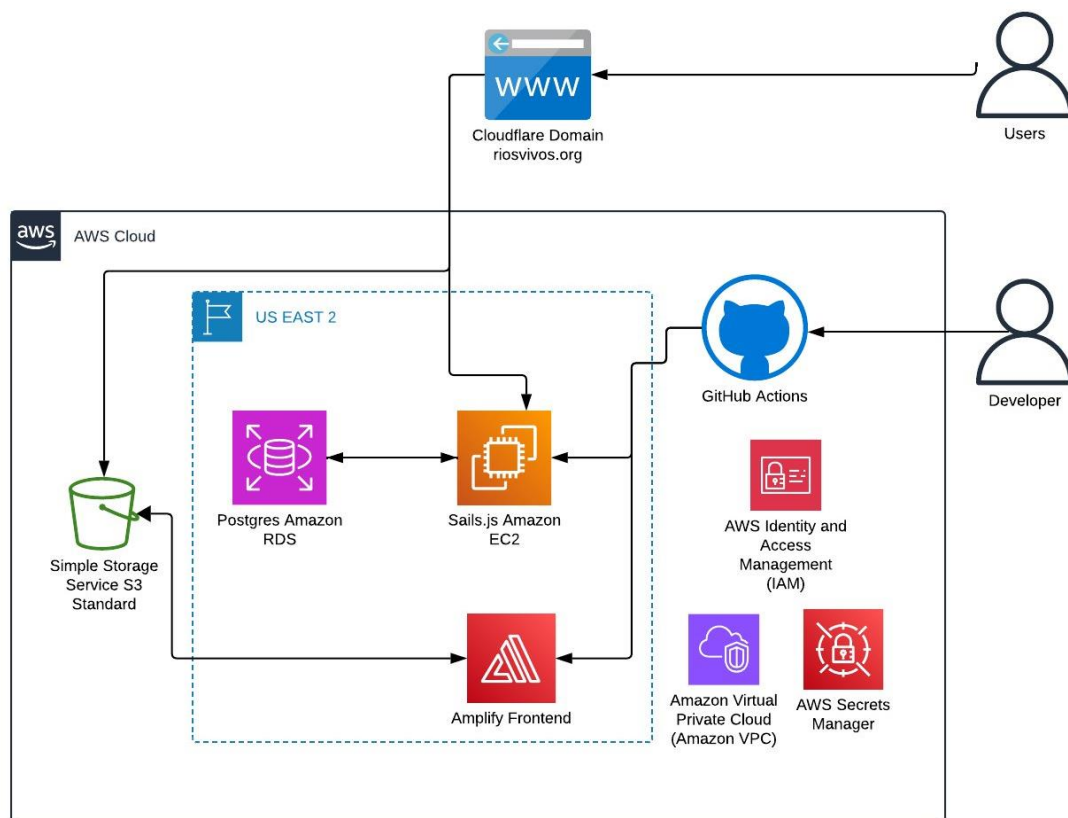


Frente a este panorama, y con base en criterios como la sostenibilidad económica, la facilidad de uso para los estudiantes y la compatibilidad con los proyectos existentes se optó por rediseñar completamente la arquitectura. La nueva infraestructura reemplazó la implementación previa basada en Elastic Beanstalk, MongoDB Atlas y un DNS en Cloudflare, por una solución más robusta, centralizada y escalable, compuesta por los siguientes servicios:

- Cloudflare (DNS): Gestión del dominio y protección contra ataques mediante firewall y caché.
- Amazon EC2: Instancias virtuales para alojar el backend de manera controlada y flexible.
- Amazon RDS: Base de datos relacional (PostgreSQL), con respaldo automático, escalabilidad y alta disponibilidad.
- Amazon S3: Almacenamiento de archivos estáticos como imágenes, documentos o respaldos.
- AWS Amplify: Hosting y despliegue del frontend de forma rápida y continua.
- Secrets Manager: Manejo seguro de credenciales, claves API y datos sensibles, evitando su exposición en el código.
- GitHub Actions: Automatización de los despliegues mediante un pipeline continuo que detecta cambios en el código y los despliega automáticamente en la infraestructura.

Todos estos recursos fueron definidos y gestionados mediante Terraform, una herramienta de infraestructura como código (IaC) que permite levantar, modificar o eliminar toda la arquitectura en minutos, asegurando consistencia, trazabilidad y facilidad de mantenimiento. Esta automatización representa una mejora sustancial frente a la gestión manual de recursos, ya que reduce errores humanos, agiliza el proceso de despliegue y facilita la colaboración entre equipos. A pesar de su complejidad superior, esta nueva arquitectura mantiene un costo mensual menor a los 20 dólares, lo que la convierte en una solución poderosa, económica y extensible, adecuada tanto para el contexto educativo como para las necesidades operativas del proyecto.

Figura 36- Diagrama de infraestructura actual (elaboración propia)



1.4.11 Captura de Recursos Audiovisuales (JP)

Se mejoró la gestión de imágenes y videos en la página web migrando los recursos a Google Drive, lo que permitió una navegación más eficiente, menor carga en el sitio y una administración más sencilla del contenido sin necesidad de modificar el código fuente constantemente (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales].

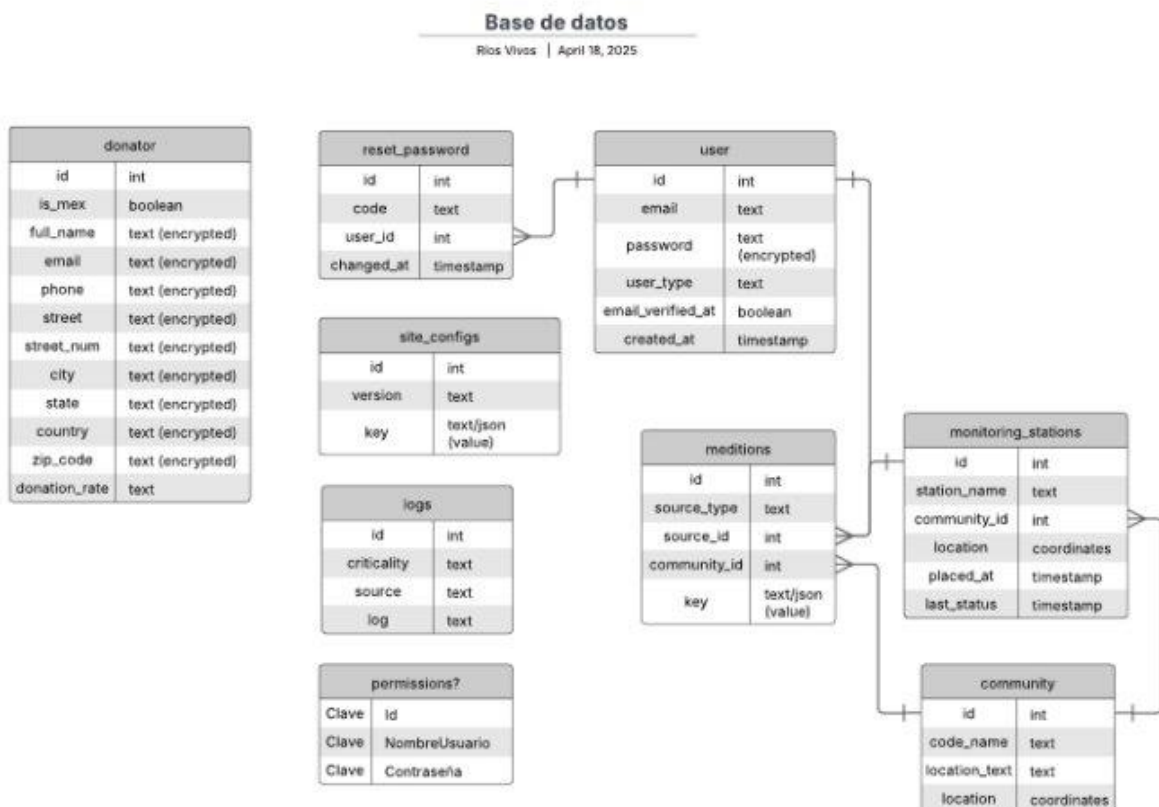
Adicionalmente, se aplicaron medidas para proteger la identidad de menores de edad, eliminando o difuminando los rostros de niños y adolescentes en el material audiovisual. Esto asegura el cumplimiento con normativas de privacidad y promueve el uso responsable de imágenes en la plataforma (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales].

1.4.12 Sistema Web Dinámico

La implementación de un sistema web dinámico representa una necesidad crítica para una organización como Ríos Vivos, que no cuenta con un equipo de desarrollo permanente. Durante este ciclo de trabajo, se enfocaron los esfuerzos en establecer las bases necesarias para el desarrollo de dicha plataforma, sentando los cimientos técnicos y conceptuales que permitirán avanzar de forma ágil en futuros periodos. Se realizaron definiciones clave como la estructura de niveles de usuario, la creación de elementos dinámicos adaptables a distintos contextos, y el rediseño del sistema en forma de componentes reutilizables utilizando la tecnología Next.js, permitiendo así un desarrollo modular y escalable.

Además, se definió e implementó una base de datos relacional, alojada y configurada en AWS RDS, con el objetivo de garantizar estabilidad, seguridad y facilidad de acceso desde cualquier componente del sistema. Aunque el desarrollo del sistema aún no ha concluido, los avances logrados en la conceptualización y diseño técnico del mismo representan un gran paso adelante. La existencia de esta base tecnológica facilitará que los próximos ciclos académicos puedan continuar el trabajo sin necesidad de reiniciar desde cero.

Figura 37- Base de datos del Sistema de administración (elaboración propia)



Esta herramienta, una vez finalizada, está pensada para integrarse de forma transversal con otros proyectos de la organización, potenciando sus capacidades de gestión, análisis de datos, y presentación

de resultados. Al ser una plataforma dinámica, podrá adaptarse a diferentes necesidades y procesos internos de Ríos Vivos, contribuyendo a su sostenibilidad operativa y fortaleciendo su autonomía tecnológica.

1.5 Valoración de productos, resultados e impactos

1.5.1. Evaluación del impacto de los parámetros de DBO, DQO y SST.

Este reporte aborda la evaluación de los impactos de los parámetros más esenciales para evaluar la calidad de las aguas residuales antes de su descarga. Mantener estos niveles bajo control es crucial para evitar sanciones, proteger el medio ambiente y optimizar los costos de tratamiento.

Es importante recalcar el seguimiento y comparación con la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

El incumplimiento de los niveles permitidos de DBO, DQO y SST en las descargas de aguas residuales tiene repercusiones graves. Las principales consecuencias son: sanciones, multas regulatorias, deterioro ambiental, daños a la salud, elevación de costos de operación, etc.

1.5.2. Consolidación del sistema de administración de la página web.

La página web de Ríos Vivos pasó de ser un sitio estático a una plataforma dinámica administrada internamente, gracias a la integración de una base de datos que permite modificar su contenido de forma sencilla (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales]. Esta transformación permitió que miembros del colectivo, sin experiencia técnica, puedan gestionar directamente las secciones del sitio, manteniéndolo actualizado y alineado con las actividades del grupo.

El sistema se diseñó con una estructura flexible, sirviendo como una base tecnológica sobre la cual pueden crecer nuevas funcionalidades (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales]. Esto ha abierto la puerta a futuras expansiones de proyectos dentro del sitio, posicionándolo como un recurso digital estratégico que potencia la comunicación, organización y visibilidad del colectivo. En esencia, la página web dejó de ser solo un escaparate y se consolidó como una herramienta viva al servicio de la comunidad (Cortez & Navarro, 2025) [comunicaciones personales].

1.5.3. Mejoramiento de la infraestructura con configuraciones productivas.

Si bien la página web de Ríos Vivos fue concebida inicialmente con una infraestructura sencilla, adecuada para entornos de desarrollo y pruebas, los nuevos requerimientos funcionales proyectados para la plataforma introducen un nivel de complejidad superior que demanda configuraciones más robustas y alineadas con estándares de producción. A medida que se amplía el alcance del sistema y se integran más funcionalidades críticas, resulta imprescindible realizar un análisis técnico detallado de los objetivos reales de la plataforma y del comportamiento de los usuarios, para definir el grado adecuado de configuración productiva que debe implementarse.

Entre las acciones clave identificadas se encuentra la implementación de despliegues con zero downtime mediante Terraform, lo cual permite actualizar la infraestructura sin afectar la disponibilidad del servicio, asegurando una experiencia continua para los usuarios. Asimismo, se considera esencial incorporar herramientas de monitoreo continuo, tanto en términos de rendimiento como de costos operativos, con el fin de garantizar eficiencia y prevenir gastos innecesarios en la nube. Otro aspecto fundamental es la captura y análisis de errores en tiempo real, lo cual facilita la identificación de fallas, reduce el tiempo de respuesta ante incidentes y contribuye a mejorar la estabilidad general del sistema.

Sin embargo, estas configuraciones, aunque altamente beneficiosas para cualquier sistema en producción, conllevan costos adicionales. Por ello, su implementación debe ir acompañada de una valoración seria sobre la viabilidad y sostenibilidad del sistema en función de su tráfico real, uso esperado y retorno tangible para la organización. Este enfoque permite priorizar inversiones técnicas estratégicas y asegurar que los recursos destinados a la infraestructura tecnológica respondan a necesidades reales y estén alineados con la misión de Ríos Vivos.

1.5.4. Configuración de Stripe y Paypal en el Feature de Donaciones.

Como resultado, y ante la persistencia de complicaciones administrativas derivadas de la falta de documentos legales y fiscales necesarios, se determinó no continuar con el procesamiento inmediato de los donativos. En su lugar, y aprovechando los datos recopilados a través del formulario de pre-registro, se optó por contactar directamente a cada donante mediante correo electrónico (Fundación Esperanza, 2024).

Esta medida permitió mantener una comunicación personalizada con las personas interesadas en apoyar, explicarles la situación actual y asegurarles que su intención de donar había sido registrada. Además, se les informó que el proceso formal de recaudación se retomaría en cuanto se resolvieran los aspectos normativos pendientes, como la definición de los términos legales y los mecanismos autorizados para el manejo de fondos (Fundación Esperanza, 2024).

De esta manera, se priorizó la transparencia y el cumplimiento legal, sin perder el contacto con los donantes ni comprometer la viabilidad futura de la campaña (Fundación Esperanza, 2024).

1.5.5. Rebranding de la página web.

Una vez mitigados los ataques que afectaron la seguridad del sitio web, surgió una nueva preocupación crítica: la baja o casi nula recepción de tráfico orgánico. Esta situación evidencia que, aunque el sitio esté técnicamente funcional y seguro, su alcance y visibilidad son extremadamente limitados. En este contexto, se identificó la necesidad urgente de realizar un rebranding estratégico del proyecto, que no solo redefina los objetivos generales de la organización, sino que también establezca con claridad los propósitos específicos del sitio web.

Este proceso debe incluir una reflexión profunda sobre qué se desea comunicar y cómo se desea hacerlo, asegurando coherencia entre la identidad institucional, el diseño digital y los mensajes dirigidos a los diferentes públicos. A partir de esta redefinición, será posible construir una estrategia integral orientada a la atracción de tráfico orgánico, mediante el uso de técnicas como optimización para motores de búsqueda (SEO), diseño de experiencias digitales significativas, y la planeación de campañas de recaudación y comunicación que generen interacción constante con el sitio.

Si bien este tipo de análisis y ejecución se encuentra más cercano a perfiles de marketing, comunicación o diseño, es importante reconocer que la falta de usuarios activos representa una limitante

grave para cualquier plataforma digital. Un sistema, por muy bien desarrollado que esté, pierde sentido si no tiene una audiencia que lo utilice. Por ello, avanzar en estas estrategias no debe postergarse, ya que son fundamentales para asegurar la sostenibilidad, impacto y alcance real del proyecto a mediano y largo plazo.

1.5.6. Solución de Seguridad Digital

Como parte del fortalecimiento de las capacidades digitales del colectivo **Ríos Vivos**, se configuró una laptop con una arquitectura orientada a la seguridad digital, especialmente diseñada para contextos donde existen riesgos que pueden estar asociados a la vigilancia, la exposición pública y/o la manipulación de información crítica y sensible.

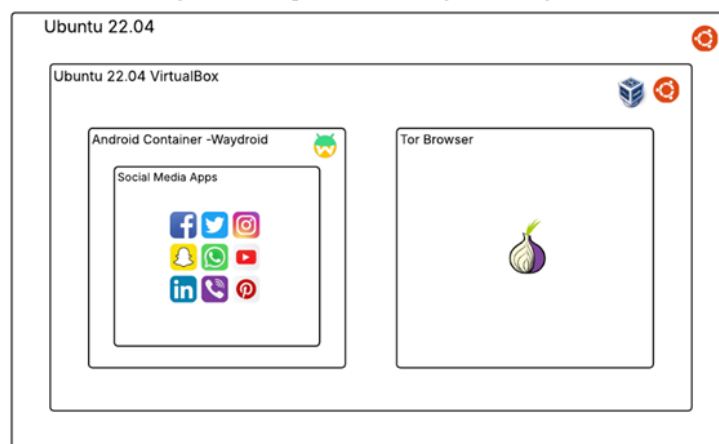
La solución se basa en el uso de una computadora portátil con **Ubuntu 22.04** como sistema operativo base. Sobre este sistema se creó una **máquina virtual** que actúa como entorno encapsulado para realizar las tareas que impliquen acceso a internet o manejo de redes sociales. Esta separación en capas nos permite proteger el sistema principal de potenciales amenazas externas.

Dentro de esta máquina virtual se instalaron dos componentes clave:

- **Waydroid**, un contenedor que emula un entorno Android, permite ejecutar aplicaciones móviles —como redes sociales y mensajería— de forma completamente aislada. De esta manera, se evita que estas aplicaciones accedan directamente a archivos del sistema o a otras funciones críticas de la computadora física.
- **Tor Browser**, un navegador especialmente diseñado para garantizar el anonimato y la privacidad en la navegación web. Con esta herramienta se reduce significativamente el riesgo de rastreo, vigilancia o extracción de datos personales mientras se navega en línea.

El siguiente diagrama representa la arquitectura implementada:

Figura 38- Arquitectura de seguridad digital



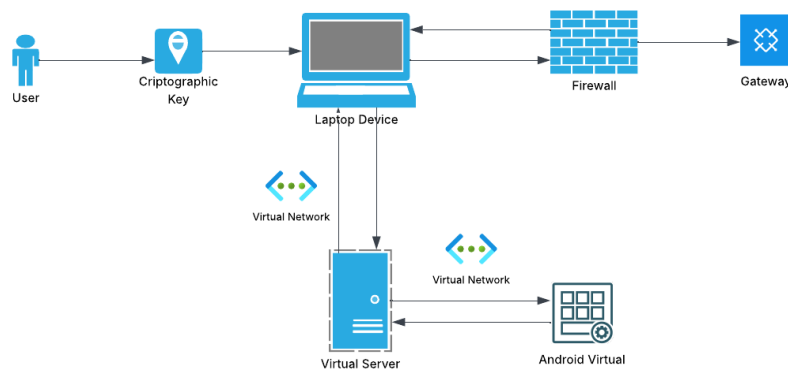
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se implementó **cifrado de disco completo mediante LUKS**, lo que garantiza que la información almacenada en el dispositivo permanezca protegida incluso si este es perdido, robado o accedido sin autorización. El uso de claves criptográficas robustas refuerza aún más la autenticación y el control de acceso.

Desde el punto de vista de red, toda la actividad se canaliza a través de conexiones virtuales controladas, con paso por firewall y gateway, reduciendo la exposición directa del equipo y proporcionando una capa adicional de defensa ante posibles intrusiones.

Esta arquitectura modular y segura no solo protege la información y la identidad de quienes operan el sistema, sino que también facilita su uso cotidiano en tareas como comunicación, navegación, gestión de redes sociales y manejo de documentos. En contextos donde la defensa del territorio conlleva riesgos, contar con herramientas digitales seguras es una forma concreta de cuidar la integridad de las personas y los procesos organizativos.

Figura 39- Infraestructura de red



Fuente: Elaboración propia

2. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también 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.

2.1 Sensibilización ante las realidades

Oskar Franz

Visitar Juanacatlán y El Salto fue algo que me marcó. Aunque ya conocía un poco del problema ambiental, estar ahí, ver el río, escuchar las historias de la gente, definitivamente es muy diferente cuando lo ves en persona, simplemente es otra cosa. El Tour del Horror no fue solo un recorrido, fue una forma muy cruda de entender lo que viven día a día.

Me impresionó mucho cómo, a pesar de la situación de abandono gubernamental, la comunidad sigue resistiendo, sigue hablando, sigue luchando y tomando acción ante estas circunstancias. Eso me hizo valorar aún más lo que hicimos desde lo digital. Darme cuenta de la realidad de la situación, me motivo enormemente a seguir en este proceso de apoyo.

Víctor Daniel Yeme Morfin

Al ser mi segundo ciclo en el Proyecto de Aplicación Profesional “Territorios”, puedo decir que he comprendido, observado y analizado las múltiples causas, actores principales y consecuencias que ha dejado la desigualdad y las injusticias sociales por parte de las malas decisiones políticas que promueven cambios en el territorio dejando de lado el bienestar ambiental de la región y de las comunidades más vulnerables cercanas a la cuenca del Río Santiago, aprovechándose económicamente de los recursos, de la población local más marginada y la mala gestión de las regulaciones por parte de las autoridades, lo que permite a las grandes corporaciones seguir este modelo extractivista, sin brindar cambios positivos en la zona, así como la falta de propuestas claras y factibles para el cuidado del entorno debido a la grave crisis de contaminación que enfrentan nuestros principales cuerpos de agua.

Al colaborar durante estos dos semestres con diferentes compañeros y profesores con distintos enfoques y también de integrantes de Ríos Vivos y de las propias comunidades afectadas. Considero que es muy enriquecedor la experiencia de acompañamiento que se tiene en todo momento en el PAP, pues logras conectar de primera mano la realidad de las personas que viven frente a la problemática todos los días, comprendiendo la gravedad de los problemas ambientales y sobre todo que no son tan lejanos ni ajenos a nuestra propia realidad, pues es sorprendente observar la evolución que ha tenido esta problemática y como su impacto cada vez se extiende más en nuestra región.

Algunas de las experiencias que más rescato durante esta etapa del PAP son los diferentes recorridos que se tuvieron para ejemplificar y contextualizar la problemática como lo son las visitas técnicas de medición y muestreo, la faena en los humedales y el Tour del Horror, en donde siempre es interesante observar los cambios que se han generado en las distintas zonas de estudio. Pues comparando con semestres anteriores, específicamente en las paradas de presa las pintas y la cascada

de Juanacatlán, en esta ocasión no presentaba abundante flora invasiva como lo es el Lirio que se nutre de los contaminantes presentes en el agua, sin embargo, también se pudo observar en distintos momentos como el gobierno ha montado una campaña agresiva para eliminar las grandes concentraciones de esta vegetación, con la finalidad de vender una estrategia efectiva de saneamiento. Sin embargo, se trata de todo lo contrario, pues me quedo con la frase de reflexión que menciono Enrique integrante de un Salto de Vida, en donde ejemplificaba que la propia naturaleza nos da la solución a nuestros problemas.

Ricardo Navarro

Mi inicio en este PAP fue inesperado, como casi todos en mi carrera tenía la idea de entrar a una empresa y buscar la manera de acomodar mis condiciones en aquel lugar. Mi primera opción termino por cancelarse por situaciones burocráticas, sin embargo, con la premura por la necesidad de entrar a un PAP para no atrasar mi graduación aplique a este PAP sin conocer mucho de su contexto. Me interesa el tema de la ecología y las problemáticas sociales, así que cuando me contaron que tenía que ver con ambos temas me emocionó la oportunidad de trabajar por resolver algún problema de la vida real pero realmente no entendía de que servía un programador en una problemática como esa.

Yo desconocía completamente la problemática en El Salto. Sabía de cómo siempre se hablaba de El Salto como un paraje vacío y contaminado, como una especie de zona con radiación a la que nadie en su sano juicio tendría que ir. Con esas ideas preconcebidas llegué a este PAP.

El Tour del Horror fue una demostración muy gráfica e interactiva de como una problemática es multifacética y complicada. Existen distintos actores económicos, sociales y políticos con intereses propios que ignoran a los afectados. Peor aún, en ocasiones los afectados mismos sacrifican su territorio] por recompensas inmediatas.

Visto este contexto lo más fácil es condenar a todos los involucrados y pensar que es un problema aislado de una población que tampoco tiene tanto interés en su entorno. Pero ahí es donde las clases de los martes tomaban valor. La reflexión plural y los recursos compartidos previamente ayudaban a poder enriquecer el entendimiento de estas problemáticas, estas clases servían para describir conceptos como memoria histórica, territorio, miserabilización, dignidad y progreso. Estos conceptos nos dieron capacidades para describir la realidad tal cual la sentíamos, la observábamos y la analizábamos.

El primer diagnóstico dio como resultado desánimo y frustración. Inmediatamente te das cuenta de que lo que sea que hagas no va a cambiar (casi)nada. Pero las sucesivas visitas nos permitieron ver la resistencia, sus logros, dificultades y acciones. No importa si no mejoras nada, basta con que protejas lo que todavía existe. La acción individual puede ser poco efectiva en un contexto donde transnacionales deciden lo que les ocurre a miles de personas en un territorio con complicidad de los gobiernos, pero esa misma acción individual puede hacer que toda una comunidad se una a pelear por una causa justa. En mi caso estas interacciones con las comunidades me hicieron pensar en lo mucho que quería ayudar. Me parece injusto lo que viven y lo desconocida que es esta problemática para las personas de esta ciudad. Es increíble como todos estamos expuestos a cosas que nos ponen en peligro todos los días sin saberlo, pero es más increíble como hay lugares donde el ritmo de vida hace que, aunque sepas que estas en peligro constante no puedas ni tomarle importancia porque hay que comer hoy. 20 años de su

vida les quita el progreso a los habitantes de El Salto y las comunidades aledañas, un progreso que ellos no ven reflejado en su calidad de vida.

Por eso cuando la pregunta fue que podemos hacer nosotros como proyectos, me sentí abrumado por la problemática. Mis compañeros de otras carreras tenían la ventaja de saber en que podían incidir de manera directa, había actividades ya definidas y problemáticas ya aterrizadas anteriormente. En mi caso yo veía que, si bien se había que reformar la página web, no había guías claras. Ni entendimiento de que es lo que se puede llegar a hacer con los conocimientos en sistemas. ¿Como puedes hacer un avance significativo sin imponer algo que la comunidad no conoce ni desea? Porque podemos hablar de estaciones de monitoreo, humedales y de análisis químicos. Son tangibles. Pero que es el software si no algo que solo podemos insultar. Ahí es donde me llego mi primera idea tangible. Organizar el equipo, para estar listo para cuando sea necesario. Ir entendiendo la problemática, avanzar en lo más inmediato y de paso tratar de descubrir las flaquezas y las oportunidades.

Una vez identificadas algunas como la dificultad de modificar la página que se encontraba fue cuando llego la siguiente idea, dejar todo listo para las próximas generaciones del PAP. Encontrar y trazar ese camino, para que los avances que pudieran lograrse fueran constantes y no eventuales. Aunque el proceso incluyo altos y bajos, la velocidad de reacción ante los cambios necesarios para el evento del TedTalk me hicieron pensar que la dirección era la correcta. No podemos saber qué es lo que necesita la comunidad en el entorno tecnológico si no los conocemos bien, a ellos y a sus necesidades. Necesidades que surgen de repente.

Una vez lograda una primera entrega parcial fue cuando más frentes eran visibles. Los proyectos de otros equipos tienen puntos de mejora, actualizaciones o simplemente se pueden publicar para que queden a la vista de todos. Los objetivos como los botones de donaciones o secciones específicas en la página hoy se pueden implementar fácil y rápido. La seguridad de la página se ha mejorado y sabemos que existen tramites que se tienen que realizar para apalancar la ayuda en diferentes escenarios. Creo que en eso radica la importancia de lo que hicimos como equipo de Sistemas. Porque la construcción de un sitio y la modificación de algunas configuraciones puede hacerse relativamente fácil con el estudio adecuado. Pero identificar las necesidades de una organización, los vicios ocultos en la operación, las fallas en los procesos y proveer soluciones es lo que verdaderamente hacemos.

Dicho esto, en la presentación hubo un momento que me retorno a la tierra desde este mundo de posibilidades informáticas. Cuando cierto miembro de Ríos Vivos mencionó “¿Y estos cambios harán que la página sea más fácil de navegar?” no pude evitar pensar que todos estos cambios obedecían a un orden técnico, pero no precisamente a un impacto real en la organización. Siento que en parte me equivoque, olvide que el foco primordial son los usuarios. A ellos no les importa si se agregó en el pipeline un DAST o un deploy productivo. Por eso mi objetivo este próximo semestre PAP es entender mejor a la comunidad, entender mejor sus preocupaciones y deseos. Hay mucho que hacer, lo que se hizo ayudará a llegar más rápido a cualquier objetivo. Pero todavía falta encontrar el lugar donde se genere el impacto real. Ese debe ser el objetivo.

Este PAP me ha servido en varios aspectos: practique mis habilidades técnicas, hice un intento de ser mánager, aprendí sobre la realidad social de otro lugar dentro de mi ciudad y de paso me enfrente a algunos dilemas éticos con mi carrera. Pese a los errores que tuve desde mi lugar en este equipo, me siento satisfecho por el trabajo realizado por mí y mis compañeros. Me siento comprometido con una problemática la cual desconocía y agradezco las situaciones que me llevaron a estar en este PAP.

Sé que el PAP transformó mi forma de pensar y las lecciones aprendidas serán claves en mi desarrollo personal y profesional. Sin más quisiera recordar a manera de recapitulación una frase dicha por Enrique Enciso miembro de Ríos Vivos. “Miren no se hagan bolas, para hacer un colectivo se necesita un cabrón resentido y una cafetera”

Orlando Ireta

Al comprender el problema que abarca Ríos Vivos, apoyado por diversas organizaciones (universidades, colectivos y fundaciones) e individuos, pude adoptar una actitud más responsable hacia el uso y la protección del agua. La sensibilización no solo busca hacer cambios inmediatos, sino que busca generar una cultura de cuidado del agua, también ayuda a comprender la gravedad de la contaminación del agua y sus efectos en la salud humana y el medio ambiente.

A pesar de que, la cuenca alta del río Santiago, es un ejemplo de zona de sacrificio debido a la intensa contaminación industria, las comunidades locales enfrentan desafíos para acceder a agua potable, para cultivar alimentos saludables y para mantener su salud, por lo que Ríos Vivos busca generar actividades para lograr un mejor acceso al agua.

Enzo Sánchez Figueroa

La inmersión en las realidades que atañen al PAP fue una experiencia que incrementó notablemente mis perspectivas sobre ciertos actores e impactos y las consecuencias catastróficas que los proceden, la afectación a las personas y cómo las iniciativas en conjunto resultan en fuertes contrapesos de resistencia que se oponen a los abusos de un sistema al que no le interesa reconocerles. Corredores de fatalidad y manifestaciones de vida exangües condenadas a la desgracia son reflejos de estas realidades que se ignoran a conveniencia, con un actuar encadenado por las limitaciones de la normalización y el tiempo.

La convivencia de primera mano con los grupos que conforman las comunidades de resiliencia demuestra el compromiso, la constancia y lo lejos que se puede llegar si las voces se conforman en un gran destello de empatía y cambio. La importancia del reconocer recae fuertemente en llamar a las cosas por su nombre, distando de eufemismos que repliquen cierta narrativa invisibilizadora.

Por otro lado, las actividades de faena que involucraron mantenimiento de los humedales resultaron fructíferas y esperanzadoras. Brindan un punto de vista distinto que actúa por sí solo para plantear de nuevo una vía de recuperación del entorno, una forma de que pequeños oasis en un caudal desfavorable puedan comprender alternativas de diferencia y comunidad. El conocer el impacto y la importancia de la generación de información y su peso como referente de cambio es un impulso incomparable para mantener un norte de acción que lleve a cambios sustanciales en los entornos.

Juan Pablo Cortez

Uno de los hallazgos más significativos al iniciar el proyecto fue el contraste entre el conocimiento superficial que muchas personas tienen sobre la contaminación del agua en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y la cruda realidad que enfrentan diariamente comunidades como las de El Salto, Juanacatlán y alrededores del Lago de Chapala. Aunque el tema del Río Santiago ha estado presente en medios y conversaciones públicas durante años, es común que se perciba como un problema distante, abstracto o inevitable.

Sin embargo, al involucrarse de manera directa con testimonios de habitantes, organizaciones como Ríos Vivos, y visitas a las zonas afectadas, el equipo experimentó un fuerte impacto: un choque emocional y moral al constatar la magnitud del daño ambiental, los efectos en la salud humana —como enfermedades respiratorias, cánceres, y afectaciones en la piel—, así como la indiferencia institucional que ha perpetuado estas condiciones. Esta experiencia reveló que la sensibilización no puede darse únicamente desde la información técnica o académica; requiere una confrontación con la realidad que movilice la empatía, la indignación y, finalmente, el compromiso.

Este proceso de toma de conciencia no es inmediato ni cómodo. Implica desmontar ideas previas, cuestionar privilegios y asumir responsabilidades individuales y colectivas. Por ello, la falta de un espacio formativo que promueva este tipo de sensibilización profunda puede convertirse en un obstáculo serio para el desarrollo significativo del proyecto, ya que, sin comprensión real del problema, las soluciones propuestas corren el riesgo de ser técnicas pero desconectadas del contexto humano y territorial que buscan transformar.

José Manuel Corona Álvarez

Como Ingeniero Ambiental, ya reconocía la problemática de la contaminación del río Santiago y sus efectos sobre las poblaciones de la región. Sin embargo, el trabajar con Ríos Vivos de una manera tan personal genera inevitablemente una sensibilización significativa antes estas realidades. Es muy diferente comprender el contexto desde un punto de vista puramente teórico a comprender el contexto desde una interacción personal con las comunidades y con los colectivos que luchan por sus derechos a un medio ambiente sano.

Al profundizar en el grave contexto hidro social y político de la cuenca alta del Río Santiago, me enfrente a una realidad verdaderamente cruda y compleja. La industrialización descontrolada que se da en la región, la negligencia institucional y la marginación sistemática de estas comunidades le han dado el merecido nombre al área de “zonas de sacrificio”. Ver de cerca como la contaminación industrial, que está fundamentada en las comunidades que poseo yo y la mayoría de mis compañeros de la universidad, no solo me dio un entendimiento mayor de la degradación del ecosistema que se da en la región, sino que también me hizo reconocer la vulnerabilidad de la región ante un estado que hace todo lo posible por marginar a las comunidades de la zona.

A través del trabajo con Ríos Vivos, aprendí que la lucha por el agua limpia va más allá de lo técnico o lo ingenieril; es una batalla constante por la justicia socioambiental y el derecho a vivir con dignidad. Las comunidades de Juanacatlán, Ojo de agua y Casa Blanca no solo enfrentan contaminación, sino también una falta de compromiso de parte del gobierno de proteger sus derechos humanos. Sin embargo, la resistencia de esta y todas las localidades de la zona son un precedente de

como la acción comunitaria puede generar alternativas concretas y viables, como los humedales construidos o las purificadoras de agua.

Esta vivencia no solo enriqueció mi formación profesional, sino que también transformó mi perspectiva personal sobre que se puede hacer para solucionar los problemas socioambientales que comprometen el futuro del país. Trabajar con Ríos Vivos me llevó a la convicción de que, ante las crisis aplastadoras como las de la cuenca alta del río Santiago, la indiferencia no es una opción. Cada acción y cada ayuda que podemos brindar como profesionistas contribuye a un cambio colectivo hacia la justicia hídrica, social y ambiental.

Juan Pablo Pérez

Este trabajo realizado ha sido un punto de inflexión en mi manera de pensar. El haber tenido la oportunidad de conocer de cerca una problemática tan grande y compleja como esta, me ha hecho cuestionar cosas tan básicas como lo es ¿Qué es el estilo de vida?, así como cuál es el significado o implicación real de lo que la gente suele llamar “desarrollo”. Haber tenido la oportunidad de conocer y trabajar con los miembros de Ríos Vivos ha sido conocer de cerca gente que no está dispuesta a quedarse sentada ante injusticias, ha sido trabajar con gente sumamente empoderada.

Me quedo con una sensación de profundo agradecimiento hacia todas las personas que están a pie de línea defendiendo nuestros derechos como las personas que conocí en este PAP, así como con una sensación de deuda y ganas de involucrarme mucho más en una causa como esta, sea con ellos o no.

Luis Tristán Franco Valdivia

Desde una perspectiva académica, la contaminación se refiere a la presencia de agentes externos que alteran un entorno o impiden el uso adecuado de un recurso. En el caso de los cuerpos de agua, su deterioro no siempre es evidente, lo que a menudo requiere análisis de laboratorio costosos para detectar la presencia de metales pesados o una alta carga de material orgánico. Sin embargo, en México, lamentablemente los signos de la contaminación hídrica suelen ser el aumento de enfermedades, la creciente mortalidad, la desaparición de flora y fauna nativa, etc. Ante esta situación, la respuesta o acción más inmediata ha sido alejarse de los cuerpos de agua.

Con lo anterior, lo que intento externar es que la contaminación del entorno afecta directamente a la memoria histórica de las comunidades. Un ejemplo significativo se encuentra en los municipios de El Salto y Juanacatlán, donde el desarrollo industrial ha transformado drásticamente la relación de los habitantes con su entorno. Durante una visita a la región, fue evidente que los pobladores rara vez hablaban específicamente de contaminantes o de sus efectos ambientales. En cambio, expresaban una profunda nostalgia al recordar tiempos en los que podían nadar libremente en el río sin temor a contraer enfermedades mortales. Estos testimonios no solo evidencian una pérdida ecológica, sino también una ruptura cultural.

En la actualidad, las generaciones más jóvenes en estas zonas afectadas por el crecimiento económico y el progreso desigual no perciben la contaminación de su entorno, pues no fueron testigos

de su vitalidad y esplendor originales. Por ello, la restauración ambiental no debe limitarse a la mejora de la calidad del agua, sino también a la revitalización de la identidad y el espíritu de la comunidad. Integrar el sentido de lugar (mediante la conexión emocional y cultural con el territorio) junto con la memoria histórica (valorando el pasado) permite motivar a las comunidades a proteger y restaurar su entorno de manera más efectiva.

Sergio Villa García

Más allá de lo técnico, participar en las salidas de campo me ofreció una perspectiva mucho más humana del problema y de los proyectos, tanto los que ya se han llevado a cabo como los que están por venir. Pude conocer por cara, nombre y voz a quienes habitan y luchan por estos territorios, y escuchar historias de personas que vivieron estos cuerpos de agua en un estado completamente distinto al actual. Esto me permitió comprender dimensiones del conflicto ambiental y social que antes no alcanzaba a ver. Conceptos que en mi formación se presentan ligados casi exclusivamente a entornos industriales como la dureza del agua cambiaron su significado para mí a problemáticas con consecuencias concretas y cotidianas: no se trata de una cifra más en un reporte, sino de condiciones que pueden arruinar no el equipo de una planta, sino una bomba que una familia necesita para regar sus cultivos o abastecer su hogar.

2.2 Aprendizajes logrados

Oskar Franz

Esta experiencia me enseñó que la tecnología, por sí sola, no transforma nada. Hay que encontrarle el sentido. Lo que realmente puede crear impacto, es cómo se pone al servicio de las personas, en este caso, de una comunidad que está defendiendo su territorio en una desventaja socio política enorme.

Aprendí a escuchar más, a entender que cada herramienta debe adaptarse al contexto, y que la seguridad digital no es un lujo, sino una necesidad urgente cuando hay tanto en juego. Vi cómo algo que parece “técnico” puede convertirse en una forma concreta de proteger la vida y el trabajo colectivo.

Como reflexión final me gustaría decir que el conocimiento no se impone: se comparte y se construye con otros. Y qué al trabajar junto con el equipo y la comunidad, no solo ayudas, también transformas.

Enzo S. Figueroa

Dentro del enfoque de campo y profesional más aplicado, la homologación del protocolo de muestreo significó un ejercicio muy interesante de aprendizajes y constantes oportunidades de mejora que inspiraron la implementación de metodologías y la búsqueda de eficacia de insumos y técnicas experimentales. Ha promovido la colaboración entre equipos de investigación al compartir la ejecución de los diversos procedimientos y el enfoque de entregables en conjunto, con el fin de seguir las mejores prácticas y en consecuencia generar la información más fiable.

En este orden de ideas, el explorar sobre las soluciones implementadas por las iniciativas de Ríos Vivos resultó muy enriquecedor, en primer lugar, al comprender y profundizar acerca del funcionamiento y posibilidades de los distintos sistemas de gestión alternativa del agua en vías a la soberanía hídrica y la consideración dimensional del trabajo de mantenimiento de las distintas secciones de ciertas infraestructuras y sus proyecciones a futuro.

En una dimensión personal, significó un gran crecimiento marcado por los renovados puntos de vista y la aplicación de los nuevos saberes, compaginados desde una perspectiva multifactorial que derivó en un entendimiento más alto de las problemáticas, pero también de las posibles maneras de contraponerse y formar parte de esas modificaciones, tan incómodas como necesarias.

Víctor Daniel Yeme Morfin

Durante esta segunda etapa del PAP, pude consolidar los conocimientos técnicos que fui adquiriendo durante mi formación como ingeniero civil, pues experiencias como las distintas salidas de campo que nos permitió desarrollar una conceptualización inicial del proyecto con el grupo formado de diseño y construcción, compuesto por integrantes del PAP y Ríos Vivos. En donde se plasmaron los principales retos con los que conto el proyecto, como lo fueron el tema de la entrada y salida del agua proveniente del Río Santiago, pues represento un desafío debido a las condiciones accidentadas del terreno y el flujo no uniforme del propio río, optando por soluciones relacionadas al campo de la hidráulica, métodos para el levantamiento topográfico y el conocimiento de sistemas constructivos convencionales y de sistemas de instalaciones, fueron piezas clave para seguir la normativa y criterios técnicos que surgieron al llevar a cabo los entregables que se realizaron durante este semestre como lo fue el nuevo plano topográfico de Juanacatlán y el diseño de un humedal con módulos experimentales en Casa Blanca.

Sin embargo, la elaboración de estos entregables también represento un trabajo que va más allá de los cálculos estructurales e hidráulicos, pues se trató de adaptar nuevas herramientas tecnológicas que permiten una visualización precisa, además de una mejor gestión de la información que va desde los puntos topográficos que no solamente guardan una clasificación específica y un sistema de coordenadas sino que permiten realizar un mallado general del terreno, con la ayuda de superficies de apoyo, cadenamientos y curvas de nivel generadas en el software civil 3D que permite tratar de manera más eficiente los datos capturados en campo y representar de manera técnica los resultados en un formato de plano con plantas y perfiles del terreno y tabla de puntos.

Por otra parte, el proyecto también se desarrolló en plataformas BIM mediante el software de Autodesk Revit que nos permitió una visualización tridimensional del modelo, además de agilizar la generación de planos de distintas vistas y renderizados, pero también tiene ventajas al integrar las diferentes disciplinas como arquitectura, estructuras e instalaciones en un solo modelo, reduciendo los errores al detectar las interferencias del proyecto y evitando trabajar con versiones desactualizadas que suponen los cambios, pues siempre se realizan las actualizaciones de manera automática. Otra de sus principales virtudes son que permite reducir el sobre costo en la etapa constructiva debido a que se optimizan la estimación de material, prevención en los tiempos de obra y secuencias en los procesos constructivos.

Ricardo Navarro

Descrito en sección anterior.

Juan Pablo Cortez

A lo largo del proyecto, se integraron tecnologías clave que permitieron construir una solución funcional y escalable. Con Next.js, se desarrolló una interfaz visual moderna y eficiente; Cloudflare y OAuth ayudaron a reforzar la seguridad y autenticación del sistema. Para la organización interna, Confluence y GitHub facilitaron la documentación y colaboración técnica. En el apartado de donativos, se integraron Stripe y PayPal, lo que implicó aprender sobre pagos seguros y su implementación.

La arquitectura del backend se construyó con Sails.js, complementado con Terraform y AWS, lo que brindó experiencia en infraestructura como código y despliegue en la nube. Finalmente, la integración de PostgreSQL y la producción de contenido audiovisual permitió consolidar una plataforma dinámica y comunicativa, fortaleciendo el conocimiento full-stack y su aplicación en un contexto real.

Orlando Ireta

La implementación de protocolo y monitoreo del agua fue gratificante como ingeniero químico, ya que hubo algunas técnicas analíticas como el DBO y DQO que en mis materias de fisicoquímicas no fueron implementadas, y que en este PAP pudimos implementar estos parámetros *claves* para evaluar la contaminación orgánica en el agua.

Son herramientas valiosas en ingeniería química para la evaluación, el control y el tratamiento de la contaminación orgánica en el agua. Por otro lado, desarrollamos modelos de protocolo y monitoreo en las zonas afectadas como Ojo de Agua y Juanacatlán, para implementar modelos de organización social, de tecnologías e infraestructuras estratégicas que posibiliten la gestión comunitaria del agua.

José Manuel Corona

A lo largo de toda mi participación de las Practicas de Aplicación Profesional, adquirí bastantes aprendizajes significativos, los cuales considero se pueden dividir en tres dimensiones clave, técnica profesional, social y personal.

Por un lado, logré desarrollar un sistema de registro de mediciones con ayuda de mis compañeros para organizar, gestionar y almacenar datos de calidad del agua, lo cual fue vital para comprender la importancia de la precisión y la sistematización en la recolección de información ambiental. A su vez, participé en la homologación de los protocolos de muestreo realizando trabajo relevante en laboratorio, lo cual reforzó mi conocimiento sobre el análisis de los parámetros de calidad del agua y sobre el impacto de estos en la vida de las personas. Finalmente, todas estas experiencias me

ayudaron a comprender la necesidad de estandarizar metodologías para garantizar resultados confiables y reproducibles.

Por otro lado, al trabajar con las comunidades y al investigar sobre el contexto sociopolítico de la cuenca alta del Río Santiago, profundicé en las dinámicas de injusticia ambiental que afectan comunidades enteras, esto con el objetivo de garantizar las comodidades más privilegiadas. Siguiendo este hilo, entendí desde un punto de vista práctico el cómo la industrialización descontrolada y la negligencia institucional han convertido esta región en una Zona de sacrificio. Por último, a través del contacto directo con organizaciones como Ríos Vivos, aprendí que las soluciones técnicas pueden ir acompañada de procesos de organización comunitarios, lo cual empodera las comunidades y garantiza sus derechos.

Finalmente, en un punto más personal, trabajar de cerca con las localidades me sensibilizó ante sus realidades, escuchar testimonios de personas afectadas por la contaminación, o de personas que conocían el río antes de estar incalculablemente contaminado, transformó mi perspectiva, haciendo que dejara de ver este problema desde un aspecto teórico, y me involucrara con él desde un ángulo mucho más sentimental. A su vez, fue muy enriquecedor colaborar con todos mis compañeros de diversas disciplinas, aprendí que, ante desafíos grandes, un enfoque interdisciplinario puede brindar soluciones muy buenas.

Este proyecto me confirmó que la ingeniería ambiental no puede limitarse a solo brindar soluciones técnicas a problemas socioambientales complejos; esta carrera debe de estar al servicio de la gente y sus luchas. Los humedales construidos, los protocolos de monitoreo y todas las herramientas digitales que desarrollamos son pasos sutiles pero muy importantes hacia la meta de la soberanía hídrica de estas comunidades. Y sin duda, como profesional me llevo la convicción de que nuestro rol es acompañar (no imponer) a las personas y comunidades en estados más vulnerables, es importante escuchar antes de actuar y siempre recordar que detrás de datos e información siempre hay vidas y comunidades que merecen dignidad.

Juan Pablo Pérez

Este proyecto me ha dejado grandes aprendizajes y una experiencia muy útil para el futuro. El haber tenido que trabajar solo y sin apoyo técnico constante de alguien a mi lado, me ha tenido que forzar a ser autónomo y disciplinado. Investigué e implementé tecnologías que nunca había tenido la oportunidad de usar, algo que requirió de mucho esfuerzo desde la parte de investigación hasta pruebas. También, no es común tener la oportunidad de desarrollar algo de este estilo fuera del contexto escolar y el tener la oportunidad de que esta vez fuera así me ha forzado a querer hacer todo lento pero seguro y estructurado, con la formalidad necesaria para que dicho producto tenga un fin utilitario para las personas de la organización y cualquier persona que se quiera beneficiar de él.

Luis Tristán Franco Valdivia

Sin duda, mi participación en PAP TerritoRios me permitió fortalecer y ampliar mis conocimientos en Química Analítica aplicada a la evaluación de la calidad del agua, un área esencial dentro de la

Ingeniería Ambiental. No obstante, más allá de este aspecto técnico, el aprendizaje que considero más valioso fue haber desarrollado el proyecto bajo una perspectiva de ciencia comprometida.

En muchas ocasiones, la academia incurre en el error de abordar los conflictos socioambientales desde enfoques asistencialistas, en los que las instituciones educativas aconsejan a las comunidades replicar metodologías de restauración ecológica implementadas en otros contextos, sin considerar sus particularidades. Aún más preocupante es la tendencia a desarrollar prácticas de investigación que toman el conocimiento de las comunidades sin reconocer la contribución de sus habitantes, un fenómeno conocido como extractivismo académico.

En cambio, desde PAP TerritoRios no propusimos ninguna iniciativa de solución a problemáticas socioambientales sin antes haber presenciado en persona la contaminación existente en la cuenca del Río Santiago, haber escuchado las necesidades de las localidades afectadas y conocer los proyectos implementados por la organización Ríos Vivos. En este sentido, cada actividad y producto trabajado a lo largo de este semestre tiene como base la colaboración, aprobación y el empoderamiento de las comunidades. Además, estoy convencido de que todos los resultados trascendieron o encontraron relación entre las diferentes disciplinas o ingenierías de los alumnos que colaboramos.

Así pues, por dar un ejemplo, PAP TerritoRios colaboró en el diseño de tecnologías alternativas de tratamiento de agua (humedales) cuya eficiencia podrá ser evaluada mediante las prácticas analíticas contenidas en el Protocolo de muestro para la determinación de parámetros de calidad del agua, cuyos indicadores o concentraciones de contaminantes se visualizarán de forma amigable y clara desde el renovado sitio web de Ríos Vivos.

Sergio Villa García

Como Ingeniero Químico debo tener cierta familiaridad con procesos de análisis de calidad de muestras, ya que forman parte fundamental de la disciplina. En este proyecto tuve la oportunidad de ampliar mi conocimiento específicamente en el análisis de muestras de agua. Aspectos como la dureza o la turbidez son conceptos que se manejan con frecuencia desde un punto de vista tanto teórico como práctico. Sin embargo, aunque ya estaba familiarizado con el muestreo de fosfatos, nitratos y nitritos por experiencias en otros proyectos, gracias a los conocimientos compartidos por mis compañeros y profesores pude acercarme a temas sobre los que sabía realmente poco, como lo son los métodos de análisis de oxígeno, en particular el funcionamiento y la aplicación de un respirómetro.

3. Bibliografía

- AGUAS RESIDUALES - MUESTREO. (s. f.). Recuperado 23 de marzo de 2025, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166762/NMX-AA-003-1980.pdf>
- Anheier, H. K. (2014). *Nonprofit Organizations: Theory, Management, Policy (2nd ed.)*. Routledge.
- Bollo Manent, M. (2016). *PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA DEL RÍO SANTIAGO - GUADALAJARA*. PDF. https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/resumen_ejecutivo_vfoola2.pdf
- Bourque, P., & Fairley, R. E. (Eds.). (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) Version 3.0*. IEEE Computer Society.
- Cárdenas, E. (2023). *Juanacatlán: Historia breve*. El Colegio de Jalisco. https://coljal.mx/wp-content/uploads/2024/04/6_Juanacatlan_260224.pdf
- Carmona, X., & Navarro, M. (2025). Nombrar la devastación radical de la vida. Hacia una lectura ecológica de las zonas de sacrificio desde la cuenca alta del Río Santiago en México. 2025, 11.
- Dr. Luis Manuel Martínez Rivera. (2023). *Calidad de Agua Chapala* [Comunicación personal].
- Dwiyanto, E., & Gasa, A. (2023). Environmental communication effectiveness of the Bromo Tengger Semeru National Park website. IEEE Conference Proceedings, 2023.
- Generalidades Indicadores de calidad del agua. (s. f.). Recuperado 23 de marzo de 2025, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/925192/Generalidades_Indicadores_de_calidad_del_agua.pdf
- Gobierno de Jalisco. (2012). *PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE PONCITLÁN*. PDF. <https://www.poncitlan.gob.mx/images/Transparencia/Leyes/32-3/Ordenamiento%20Ecologico%20Poncitlan.pdf>
- Greenpeace México. (2012). Ríos tóxicos en México. *Greenpeace México*. <https://www.greenpeace.org/mexico/publicacion/952/rios-toxicos-en-mexico/>
- Herrera-Lima, S. (2024). *Crisis sociohídrica en la ribera del lago de Chapala*. PDF. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2024/10/Crisis-sociohídrica-en-la-ribera-del-lago-de-Chapala-ITESO.pdf>
- IIEG. (2024a). *Juanacatlán: Diagnóstico municipal Agosto 2024*. PDF. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2024/08/Juanacatl%C3%A1n.pdf>
- IIEG. (2024b). *Poncitlán: Diagnóstico del municipio Agosto 2024*. PDF. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2024/08/Poncitl%C3%A1n.pdf>
- INEGI. (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000: Principales resultados por localidad*. PDF. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2000/resultadosporlocalidad/INITER14.pdf
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (12th ed.)*. Wiley.
- Marín-Muñiz, J. L. (2017). HUMEDALES CONSTRUIDOS EN MÉXICO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PRODUCCION DE PLANTAS ORNAMENTALES Y REUSO DEL AGUA. *Agro Productividad*, 10(5). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1028>
- Martel Rodríguez, G. M. (s.f.). *El tratamiento de aguas residuales en el ámbito rural y en espacios naturales protegidos mediante tratamiento natural o de bajo coste energético*. ITC. https://www.cabildofuer.es/documentos/Medio_ambiente/CAMA/2016/resumen_tratamiento_aguas_residuales.pdf
- McCulligh, C., Páez, J. C., & Moya, G. (2007). *Mártires del Río Santiago: Informe sobre las violaciones al derecho a la salud y a un medio ambiente sano en Juanacatlán y El Salto, Jalisco, México*. IMDEC.

- Meyer, J. W., & Rowan, B. (2017). *Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony*. *American Journal of Sociology*, 83(2), 340-363.
- Morales, M., Vergara, L., & Jara, F. (2022). Divulgación ambiental en páginas web corporativas chilenas. *Tendencias*, 23(2), 45-61.
- Navarro Trujillo, M. L., & Barreda Muñoz, V. M. X. (2022, marzo 31). *Luchas por la reapropiación eco-política de los territorios de vida contra la producción de zonas de sacrificio*. *Lecturas críticas de la devastación socioambiental*. Fundación El llano - Centro de Estudios Políticos y Sociales de América Latina (CEPSAL). <https://www.criticayresistencias.com.ar/revista/articulo/view/270/494>
- Navarro-Frómata, A. E., Durán-Domínguez, M. del C., Navarro-Frómata, A. E., & Durán-Domínguez, M. del C. (2019). El tratamiento descentralizado del agua residual de pequeñas localidades rurales y suburbanas: Los humedales construidos, una tecnología a considerar. *Revista Cubana de Química*, 31, 87-104.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach (9th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Polidoro, P. (2013). Coherencia textual y visual en sitios web institucionales. *deSignis*, 19, 42-55.
- Santana Belmont, L. (2020). Creatividad, espontaneidad e imaginación para mantener la resistencia en El Salto, Jalisco. *Territorios en Disputa*, 332-342.
- SCITEL. (s. f.). Recuperado 5 de abril de 2025, de <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>
- SEMARNAT. (2008). https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008/compendio_2008/compendio2008/10.100.8.236_8080/ibi_apps/WFServletd553.html
- SEMARNAT. (2018). https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServleta0c5.html
- Sommerville, I. (2015). *Software Engineering (10th ed.)*. Pearson Education.
- Teruel, L. (2016). Eficiencia comunicativa en páginas web de turismo sostenible. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (70), 565-589.
- Toledo, P. (2025, febrero 28). *Habitantes de Juanacatlán exigen al gobernador y al Congreso freno a termoeléctrica "La Charrería"*. UDG TV. <https://udgtv.com/noticias/juanacatlan-exige-freno-a-termoelectrica-la-charrería/260103>
- Tornell, C., & Montaña, P. (2024, agosto 20). La otra cara del desarrollo: Las zonas de sacrificio en México. *Avispa Midia*. <https://avispa.org/la-otra-cara-del-desarrollo-las-zonas-de-sacrificio-en-mexico/>
- Trujillo, M. L. N. (2020). *Violencia Biocida sobre los cuerpos-territorios en resistencia en la Cuenca Alta del río Santiago*.
- Villafañe, J. (2013). *La gestión profesional de la imagen corporativa*. Pirámide.

4. Productos finales

Todos los archivos y documentos finales generados en este semestre por los estudiantes del PAP, se encuentra en la siguiente carpeta abierta a consulta para todos. La lista de carpetas es la siguiente:

https://drive.google.com/drive/folders/1a33Juzap9ZdpZOrWJskqyXOvdauKWRiR?usp=drive_link