

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Matemáticas y Física

Sustentabilidad del hábitat

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

AGUA ¿CÓMO VAMOS? III



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

P2024 - PAP4J10A - PAP

PROGRAMA DE MODELACION

**MATEMATICA PARA EL DESARROLLO DE PLANES Y PROYECTOS DE
NEGOCIO I**

Sistema de Interconexión El Zapotillo - El Salto - La Red - Calderón

PRESENTAN

Programas Educativos y Estudiantes:

Ing. Ambiental, Luis Tristán Franco Valdivia

Ing. Ambiental, Enzo Uriel Sánchez Figueroa

Ing. Financiera, Sergio Hernández Beltrán

Ing. Financiera, Gustavo Guevara López

Ing. Financiera, Carlos Fernando Zamora Carrillo

Ing. Financiera, José Jorge Degollado Maldonado

Ing. Financiera, Erick Pacheco Parra

Ing. Ciencia de Datos, Rafael Juárez Badillo Chávez

Ing. Sistemas Computacionales, Marcelo Salgado Montes

Ing. y Ciencia de Datos, Xander Gallegos Velica

Profesor PAP: Maximiano Bautista Andalón / David Rogelio Campos Cornejo /

Edgar Daniel Ramírez Aceves

Tlaquepaque, Jalisco. Noviembre de 2024

TEMACAPULIN
RESISTE!

ÍNDICE

Contenido	
Reporte del proyecto	3
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	3
Resumen	3
1. Introducción.....	4
1.1. Objetivo	4
1.2. Justificación.....	4
1.3 Antecedentes	5
1.4. Contexto	8
2. Desarrollo.....	18
2.1. Sustento teórico y metodológico	18
3. Resultados del trabajo profesional.....	25
3.1 Entregables del proyecto	25
3.2 Hallazgos.....	28
4. Reflexiones sobre los aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto.....	43
5. Bibliografía	49

Reporte del proyecto

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

Se generaron herramientas para la obtención, análisis y visualización de información relevante para la investigación académica sobre la gestión sostenible del agua en Jalisco, principalmente de las presas El Zapotillo, El Salto, La Red y Calderón del año 2000 al 2024. Se hizo uso de tecnologías análisis geoespacial y de datos para generar elementos de información geográfica que pudiesen ser proyectados en mapas, así como la extracción de información mediante fuentes oficiales, generando instrumentos escalables de mejora de la eficiencia en la extracción y tratamiento de datos dadas las limitaciones en los formatos disponibles. Además, se añade un panorama de trabajo en campo que personifica el movimiento de resistencia y brinda información de percepción de primera mano con pobladores de las comunidades en las cuales se centra el conflicto, pudiendo contrastar los resultados encontrados mediante métodos de análisis y de teledetección con la realidad.

1. Introducción

Con el fin de conocer la dirección y alcances del proyecto, se visualizaron una serie de objetivos clave durante su realización.

1.1. Objetivo

En la elaboración del PAP, los objetivos delimitados fueron los siguientes.

General:

Generar herramientas para obtener, analizar y visualizar información relevante para la investigación académica sobre la gestión sostenible del agua en Jalisco, principalmente de las presas Zapotillo, El Salto, La Red y Calderón del año 2000 al 2024.

Particulares:

1. Proveer de datos estadísticos y geoespaciales, así como mecanismos para su procesamiento y visualización, al Seminario Permanente en Estudios del Agua, con el fin de que los investigadores cuenten con insumos oficiales y propios para desarrollar investigaciones innovadoras y de alto impacto social, como el desarrollo de modelos predictivos de la disponibilidad de agua, la evaluación de la eficiencia de las políticas de gestión del agua y el diseño de estrategias de adaptación al cambio climático.
2. Generar las primeras capas para el geoportal del ITESO, con el fin de inaugurar esta nueva herramienta que servirá para entender procesos socioambientales de Jalisco, como la disponibilidad de agua.
3. Difundir los resultados del análisis de las presas en la comunidad del ITESO, con el fin de que la información llegue a los tomadores de decisiones y a otros investigadores que no participen en el Seminario Permanente en Estudios del del Agua.

1.2. Justificación

Este proyecto es relevante porque genera recursos y herramientas alternativas que facilitan el monitoreo de las fuentes de agua. En general, la información proporcionada por el gobierno es poco accesible y está contenida en formatos de

difícil procesamiento y comprensión. Por lo tanto, los aspectos más importantes de este proyecto son:

- **Información estratégica:** El proyecto generó datos estadísticos y geoespaciales que permiten visualizar la situación actual de las fuentes de agua, identificar tendencias y prever posibles escenarios de escasez y facilitar toma de decisiones informadas para la gestión sostenible del agua.
- **Investigaciones de alto impacto:** Los datos generados impulsarán investigaciones innovadoras en el Seminario Permanente del Agua del ITESO, con potencial para generar un alto impacto social y contribuir a la búsqueda de soluciones a la problemática del agua a nivel regional y nacional.
- **Fuente de información independiente:** Los datos geoespaciales permiten contar con información alterna e independiente, lo que promueve investigaciones críticas y contribuye a la transparencia en la gestión del agua.
- **Herramienta de visualización:** El geoportal del ITESO se convertirá en una herramienta clave para visualizar y comprender los procesos socioambientales de Jalisco, al ofrecer información accesible a la comunidad universitaria y al público en general.
- **Empoderamiento de la comunidad universitaria:** El proyecto provee a la universidad de datos clave e información estratégica para la generación de conocimiento, el diseño de políticas públicas y la toma de decisiones informadas sobre la gestión del agua.
- **Adaptación al cambio climático:** El proyecto, incluidos el geoportal y los análisis de datos, contribuye al entendimiento de la crisis climática al proporcionar información crucial sobre la vulnerabilidad de los recursos hídricos y facilitar el diseño de estrategias de gestión adaptativa.

1.3 Antecedentes

En el ITESO existen proyectos y estudios académicos que se han enfocado en la generación de conocimiento en torno a los temas hídricos en Jalisco.

1.3.1 Agua ¿Cómo vamos? I y II

Desde el Programa de Modelación Matemática para el Desarrollo de Planes y Proyectos de Negocio, específicamente en el Laboratorio de Análisis de Datos, se ha estudiado la tendencia a la baja en el nivel de agua observado en años recientes en cuerpos superficiales, presas en particular, que abastecen el recurso hídrico en la ZMG. El objetivo ha sido proporcionar un análisis confiable de la situación actual del agua mediante modelos estadísticos, herramientas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Durante el PAP *Agua ¿Cómo vamos? I* (Primavera 2024) se analizaron, mediante teledetección, los cambios en la superficie de la Presa Calderón en el mes de abril de los años 2021 (272 ha), 2023 (789 ha) y 2024 (413 ha). En otro momento, mediante datos históricos sobre el porcentaje de almacenamiento de las presas, registrados en el Sistema de Información Hidrológica (SIH), se detectaron tres ciclos de recuperación de Calderón: periodos en los que el reservorio en la presa incrementa y posteriormente vuelve a descender a valores críticos. La tendencia observada y alarmante fue que cada ciclo de recuperación de Calderón tuvo cada vez menor duración y que la cantidad promedio de agua almacenada en estos periodos ha tendido a disminuir (Teledetección del cambio de superficie en la presa Calderón, 2024).

Otro alcance de *Agua ¿Cómo vamos? I* fue el monitoreo del trasvase de agua mediante el arranque del Acueducto El Salto-La Red-Calderón desde el 23 de febrero de 2024. El principal hallazgo fue que el porcentaje de almacenamiento de la Presa Calderón siguió disminuyendo, aunque con una aceleración menor debido al flujo de agua proveniente de la Presa El Salto que amortiguó la extracción (Teledetección del cambio de superficie en la presa Calderón, 2024). Destaca que la incorporación del acueducto evitó que el porcentaje de almacenamiento en Calderón fuera menor al 18 por ciento, un escenario crítico donde no se puede extraer agua de la presa debido a que en ese porcentaje el reservorio contiene principalmente azolves.

Por otro lado, en el PAP *¿Cómo vamos? II* (Verano 2024) se retomó el monitoreo de la superficie de la Presa Calderón con el uso de teledetección, pero en el periodo de junio de 2023 (636 ha) y junio de 2024 (349 ha), así como la integración en el análisis a la Presa El Salto (814 y 596 ha, respectivamente). En un nuevo análisis de los datos históricos se observó que el almacenamiento de la Presa Calderón fue, en promedio, menor al 50 por ciento durante los meses de mayo, junio y julio durante el lapso de 2000 a 2024, meses finales de la temporada de estiaje en que la superficie del reservorio también fue inferior al 50 por ciento durante el año 2021 (*Teledetección del cambio de superficie en la Presa Calderón y la Presa El Salto, 2024*)

En este sentido, el Laboratorio de Análisis de Datos ha producido información estadística y geoespacial relacionada con la disponibilidad de agua en la ZMG mediante el sistema hidráulico de presas, el análisis de tendencias históricas y la situación actual para proveer de recursos para la toma de decisiones relacionadas a la gestión del agua.

1.3.2 Seminario Permanente en Estudios del Agua

El SEA se trata de un entorno de generación y difusión del conocimiento desde la academia, fundamentándose alrededor de problemáticas abarcadas a nivel regional y nacional sobre el agua. Sus integrantes, pertenecientes a diversas disciplinas en gran variedad de departamentos del campus, enfocan sus labores de manera congruente con las posturas de ITESO, mismas que dotan de valor al agua como un insumo común vital para el desarrollo de las personas y el territorio donde se desenvuelven (ITESO, s.f.).

Una de sus notables iniciativas comprende el desarrollo de un Semáforo del Agua para la ZMG, el cual se publica de manera quincenal y comunica las estimaciones de volumen de los almacenes de abasto de la ciudad durante la temporada de estiaje, en función de la evaporación esperada y la tasa de uso que se le da al recurso hídrico (ITESO, 2024).

Figura 1. Interfaz del Tablero del Agua para el área Metropolitana de Guadalajara (Reporte 31 de octubre de 2024).



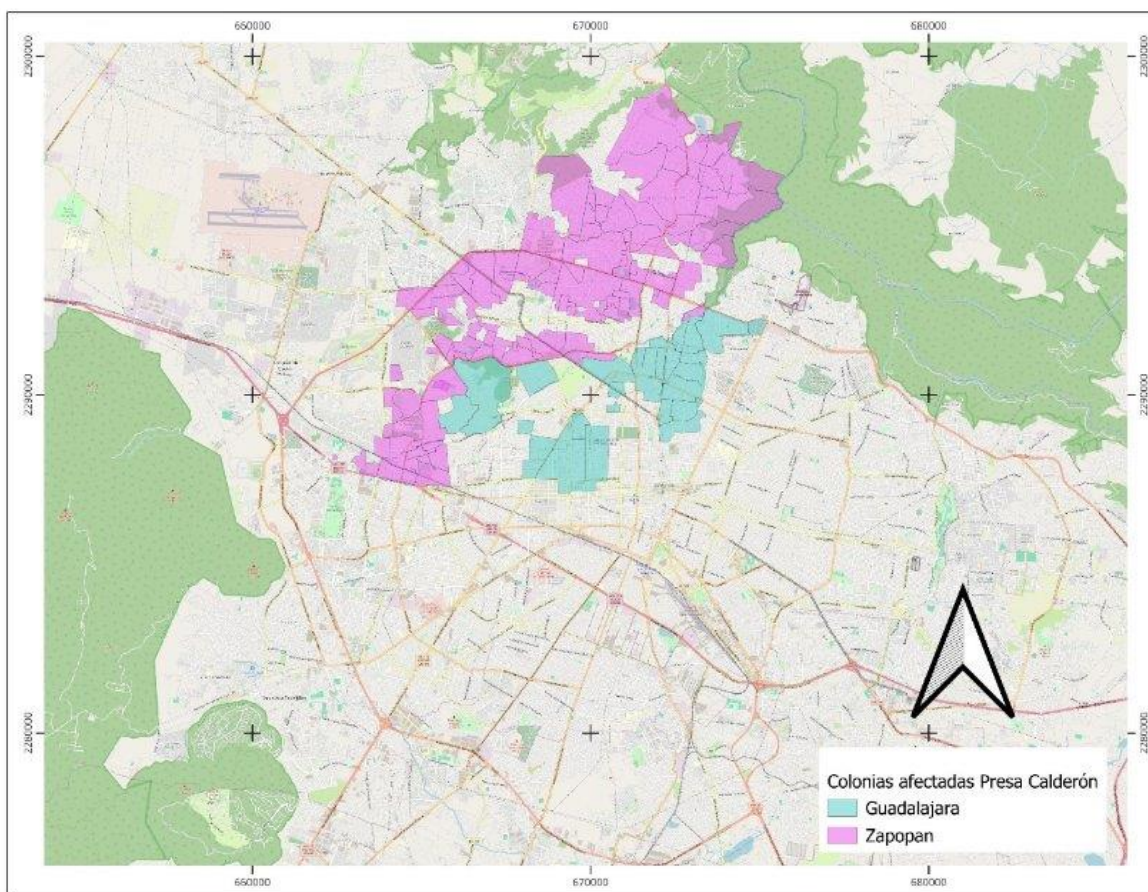
Fuente: ITESO, 2024 en el sitio web del Seminario Permanente en Estudios del Agua (SEA).

La Figura 1 muestra la interfaz de comunicación del tablero del agua. Se consideran las dos fuentes superficiales de abastecimiento principales para la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG): el Lago de Chapala y la Presa Calderón (cuyo nombre oficial es Elías González Chávez). Estas fuentes representan el sistema de presas de El Zapotillo, El Salto, La Red y la misma Calderón. La información complementaria a los elementos gráficos del tablero detalla los indicadores principales, basados en los colores del semáforo y su significado, fundamentándose en estimaciones de volumen con diversos factores de influencia analizados, así como el porcentaje de extracción en referencia a las concesiones

1.4. Contexto

En el año de 2021, más de 200 colonias de la ZMG padecieron de interrupciones en su suministro de agua (véase la Figura 2). Una entrevista con Josué Daniel Sánchez Tapetillo, ingeniero civil por la Universidad de Guadalajara y consultor especialista en recursos hídricos, detallada por Josué Ibarra (2021) expuso posibles razones de atribución al conflicto. Algunos de sus principales argumentos son el crecimiento poblacional, que desde 1980 a 2015 prácticamente se duplicó y con ello la superficie de la ciudad, lo que ejerció una gran presión en la infraestructura existente.

Figura 2. Colonias afectadas por el desabasto de agua del año 2021.



Fuente: Mapa elaborado por el Mtro. Maximiano Bautista Andalón y el Mtro. Héctor Israel Piña Camacho con datos obtenidos a través de web scraping.

Sánchez Tapetillo, en relación con el abastecimiento, menciona que el 70 por ciento de las fuentes de agua para la ZMG son superficiales, siendo Chapala y la Presa Calderón las más representativas; ambas cuentan con una susceptibilidad alta provocada por escenarios climáticos desfavorables, sumados a los escenarios de sequía. El experto concluye que el presente modelo de gestión hídrica manejado desde hace más de 40 años debe ser modificado, con el fin de despojar al agua de la perspectiva única que la objetiva como un recurso redituable y en contraposición, atender al trabajo conjunto de gestión desde diversas perspectivas que tomen en cuenta iniciativas ciudadanas como un eje relevante para el manejo (Ibarra, 2021).

Estas perspectivas reflejan la situación crítica de abastecimiento a la que se ve sometida la Ciudad de Guadalajara, en la que los acercamientos relativos a los PAP *Agua ¿Cómo vamos? I y II* brindan puntos de análisis relevantes para el sistema de El Salto-La Red-Calderón, y que en esta entrega documentada se añade en medio de toda clase de vericuetos de carácter contextual, la presa de El Zapotillo, obra de ingeniería única en su tipo en el mundo y cuya historia se resume en los apartados consecutivos con elementos de revisión adicionales en testimonios de personas fuertemente involucradas a lo largo de los años de lucha y conflicto.

Figura 3. Sistema de abasto de agua en la ZMG



Fuente: Mapa elaborado por el Ing. Josué Daniel Sánchez Tapetillo con datos del SIAPA [Imagen inédita].

Durante el primer cuatrimestre del año 2024, se estima que el Lago de Chapala aportó el 67 por ciento del suministro hídrico, mientras que el 23 por ciento se obtenía de agua subterránea (de los acuíferos de Atemajac, Toluquilla y Cajititlán, considerados ya en un estatus de sobreexplotación), con un 9 por ciento aportado por la Presa Calderón y un 1 por ciento por parte de manantiales (Elizondo, 2024).

La Figura 3 muestra el trabajo de investigación de Sánchez Tapetillo sobre la logística de la infraestructura hídrica en la ZMG. Explica cómo la distribución de

fuentes de agua se vuelve más complicada y cómo las fuentes están cada vez más lejos para satisfacer las crecientes necesidades locales.

1.4.1 Presa El Calderón

En 1990, Los Gobiernos Federal y Estatal impulsaron la creación del Sistema La Zurda-Calderón para asegurar el abasto de agua para Guadalajara y preservar el Lago de Chapala (Marlo, 2021). La primera etapa del proyecto culminó en junio de 1991 con la construcción de la presa Elías González Chávez (Presa Calderón), el acueducto Calderón-Guadalajara de 31 kilómetros y la primera fase de la planta potabilizadora San Gaspar (Copitzky, 2018).

A lo largo de su historia, la Presa Calderón ha contribuido con entre el 10 y 15 por ciento del agua suministrada al AMG. Sin embargo, en los últimos años, las autoridades incrementaron significativamente la extracción, llegando a 1.3 metros cúbicos por segundo en promedio durante 2019 y 2020, más del doble de su capacidad considerada (Sánchez, 2021).

Este sobreconsumo de la Presa Calderón, sumado a la falta de lluvias en Los Altos en 2021, provocó que se secara casi por completo, generando una crisis de desabasto que afectó a cientos de colonias en el AMG. Algunos activistas denunciaron que las autoridades provocaron esta crisis para revivir el polémico proyecto de la Presa El Zapotillo (Martínez, 2021).

En febrero de 2024, se puso en marcha el acueducto El Salto-La Red-Calderón, diseñado para mejorar el suministro de agua en el AMG. Este sistema de trasvase conectó las Presas La Red y El Salto con la Presa Calderón, con el objetivo de transportar hasta 3 mil litros de agua por segundo hacia la ZMG. (Toledo, 2024).

1.4.2 Presa El Zapotillo

El aumento de la población y el incremento de la actividad económica en las capitales de Jalisco y Guanajuato, además del desarrollo industrial de la Cuenca Lerma-Chapala, han sido señalados como las causas principales de la escasez del agua a finales del siglo XX. En 1990, la población de la ZMG era apenas inferior a

3 millones de personas (Pérez y Torres, 2001), mientras que León contaba con una población de 867 mil 120 habitantes (Valdivia *et al.*, 2022).

Fieles a la búsqueda de una solución a la escasez hídrica a partir de la construcción de grandes obras hidráulicas, en 1990, los entonces gobernadores de Guanajuato y Jalisco, Rafael Corrales Ayala y Guillermo Cosío Vidaurri, firmaron un decreto presidencial para llevar a cabo estudios del Río Verde que validaran proyectos para el aprovechamiento doméstico y público urbano del cuerpo de agua (Pacheco, 2017). Se asignó la distribución de 120 hm³ a León y 384 hm³ a Guadalajara en 1994. La iniciativa fue publicada oficialmente en un decreto Ejecutivo Federal en 1995 y tuvo modificaciones en 1997 para incluir el uso pecuario de 4 m³/s para los municipios ubicados en los Altos de Jalisco (Tagle, 2023).

Figura 4. Río Verde



Fuente: Fotografía propia

Entre los años 1993 y 2003, ocurrieron períodos de estiaje que generaron inconformidad entre el gobierno de Jalisco y los usuarios agrícolas de Guanajuato (Caire, 2005). En 2002, el Lago de Chapala almacenó alrededor de mil 411 millones de metros cúbicos de agua con una elevación en la cota 91.44, que representa el 17.86 por ciento de la capacidad total (Durán *et al.*, 2003). Ante la escasez inminente, agricultores colindantes al Río Lerma suspendieron el trasvase de agua al cuerpo lacustre, situación que orilló al gobierno de Jalisco a proponer la exportación del recurso a León desde una obra hidráulica en el Río Verde a cambio

de que Guanajuato reactivara el trasvase de agua para incrementar el almacenamiento en Chapala (Hernández *et al.*, 2008).

En 2003, en atención al convenio de trasvases con Guanajuato, el gobernador Francisco Ramírez Acuña autorizó recursos para construir la Presa San Nicolás en el Río Verde, ubicándose originalmente en Jalostotitlán y Teocaltiche (Báez, 2023). Se preveía la inundación de las comunidades de San Nicolás y San Gaspar debido a la construcción de una cortina de 65 m de altura y longitud de 605 m, con una superficie de inundación de 8 mil 773 ha, pero los habitantes de esta última se opusieron tenazmente y en 2004 el gobernador de Jalisco canceló el proyecto (Hernández *et al.*, 2008).

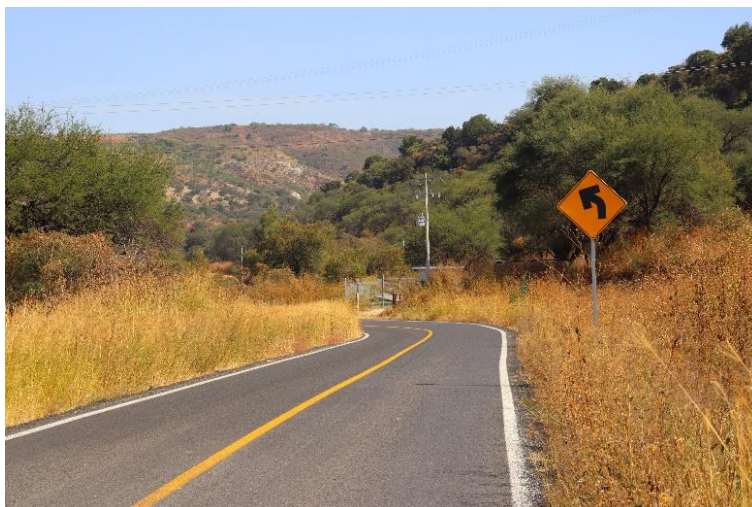
Tras la oposición del proyecto San Nicolás, en septiembre de 2005, se aprobó la construcción de la presa El Zapotillo en su ubicación actual (Báez, 2023), con un dique de 80 metros de altura y con el acueducto hasta León, Guanajuato. El proyecto consideraba una superficie de embalse de 2 mil 051 ha y 2 localidades a reubicar: Acasico, con 344 habitantes (103 viviendas), y Palmarejo, con 167 habitantes (36 viviendas). Por otro lado, con el objeto de no inundar a la localidad de Temacapulín, se consideró la construcción de dos diques de protección de 220 m de longitud y 10 m de altura cada uno (CONAGUA, 2012).

En 2007, el gobernador de Jalisco, Emilio González Márquez, concretó la elevación del dique a 105 metros, con un almacenamiento capaz de dotar un gasto firme de 8.9 m³/s repartidos en 3.8 m³/s para León, 1.8 m³/s para la región de Los Altos y 3.3 m³/s para la ZMG. Esta actualización brindó al proyecto una superficie de embalse de 4 mil 816 ha y la adición del poblado de Temacapulín (480 habitantes) a la lista de localidades a reubicar (Báez, 2023).

Pobladores de Temacapulín, Acasico y Palmarejo se manifestaron por primera vez en noviembre de 2008 a las afueras del Congreso del Estado, siendo inflexibles a la posibilidad de un acuerdo, negaban rotundamente la construcción de la Presa El Zapotillo (Cajero, 2008). Durante el año siguiente, en medio de conflictos con su Manifestación de Impacto Ambiental y la revisión de las actualizaciones en el nivel de la cortina por parte de la SEMARNAT, se falló la licitación a la empresa

La Peninsular Compañía Constructora, en asociación con FFC Construcción y Grupo Hermes (EL INFORMADOR, 2009).

Figura 5. Carretera a Temacapulín (Zona inundable)



Fuente: Fotografía propia

En 2010, Carlos González, entonces alcalde de Temacapulín, abogó por la cancelación del decreto oficial a pesar de las presiones impuestas para propiciar el cambio de uso de suelo, mientras que el ayuntamiento de Cañadas de Obregón, la cabecera municipal, reiteró el rechazo de la propuesta de la Presa El Zapotillo que comenzó desde la administración anterior (EL INFORMADOR, 2010). Ya en 2013, Aristóteles Sandoval comenzaba su periodo como gobernador de Jalisco con la declaración de no inundar el poblado de Temacapulín, mientras que la CONAGUA reportó un avance global del 54.6 por ciento en la obra al 20 de enero del mismo año (EL INFORMADOR, 2013).

Fue hasta 2019 que un titular del Poder Ejecutivo Federal, Andrés Manuel López Obrador, tuvo una reunión con pobladores de Temacapulín y retomó el tema de la Presa El Zapotillo. En el evento, López Obrador aseguró que no se destinarían recursos para continuar la obra hasta el año 2021 y creó un acuerdo con los gobernadores de Jalisco y Guanajuato que celebraron la decisión del presidente de no derrumbar la obra, cuya altura en el momento ya alcanzaba los 80 metros (Torres, 2019).

En 2021, en medio de una crisis hídrica con más de 200 colonias en la ZMG que padecieron interrupciones en el suministro de agua potable (Ibarra, 2021), los pobladores de Temacapulín accedieron a que la cortina de la Presa El Zapotillo alcance los 80 metros y se ponga en marcha, pero con la garantía de que se llenará a un máximo de 45 metros a fin de garantizar que no haya riesgo de inundación para Acasico, Palmarejo y Temacapulín (De Loza, 2021).

Con la nueva propuesta de diseño (vertedor a 45 m en el dique de la presa), se garantizaron 3.5 metros cúbicos de agua por segundo para la ZMG, pero se dejó fuera a otros municipios de Los Altos de Jalisco y a León, Guanajuato, cuyo gobernador tendría colaboración con el Gobierno Federal para ver alternativas de abasto (Jiménez y Meléndez, 2021). Al no existir modificación de los decretos de distribución del agua del Río Verde, León aún tiene derecho a extraer el agua de la Presa El Zapotillo. Sin embargo, también hay temas que siguen sin atenderse en Los Altos de Jalisco como es el agua necesaria para la producción de alimentos (LABCSA, 2024).

Aunque el presidente Andrés Manuel López Obrador y la presidenta electa, Claudia Sheinbaum, junto con el gobernador Enrique Alfaro inauguraron la presa El Zapotillo el sábado 17 de agosto de 2024, entrevistas realizadas a pobladores de Temacapulín (véase el apartado de hallazgos) permitieron abundar sobre los ejes pendientes en relación con el conflicto:

- Restitución de los derechos de propiedad de inmuebles adquiridos por la Comisión Estatal del Agua Jalisco (CEA): Habitantes de Temacapulín que vendieron sus casas y predios reclaman que la CEA les prometió regresar las propiedades si el poblado no se inundaba. Actualmente, la comisión no ha hecho una declaración de resolución al respecto.
- Compensación de actividades económicas que fueron afectadas por la construcción de la presa: Destacan desarrollos de aguas termales que se quedaron sin suministro de agua por la interrupción y desvió de los manantiales, así como el nulo desarrollo de sectores productivos y construcción de patrimonios ante la inundación inminente.

- Petición de Plan de Justicia a la autoridad: Posterior a la resolución del conflicto, se demandó un Plan de Justicia en respuesta a todos los años de estancamiento económico y patrimonial sufrido por las comunidades ante la incertidumbre de inundación. Este Plan considera la petición de mejoras en las vialidades de la comunidad e infraestructura peatonal, disculpas públicas (ya ejecutadas por el subsecretario de gobernación), y una auditoría técnica y financiera que atendiera a las irregularidades y sobrecostos del proyecto.



2. Desarrollo

A continuación, se presentan las bases teórico-prácticas y de análisis que caracterizaron la elaboración del proyecto.

2.1. Sustento teórico y metodológico

Como forma de atender a los objetivos planteados, se propusieron y ejecutaron dos abordajes elementales para el tratamiento de las problemáticas de estudio: el análisis geoespacial y el análisis estadístico, mismos que se detallan en los siguientes apartados.

2.1.1 Análisis geoespacial

En este proyecto, la teledetección fue central. Se llevó a cabo análisis con Teledetección por API y análisis con Google Earth. La teledetección, también conocida como percepción remota, consiste en la recopilación de datos desde el aire o el espacio para su posterior análisis. Según Emilio Chuvieco (2010), se define como la técnica que permite obtener información sobre un objeto, área o fenómeno sin necesidad de un contacto directo. Esta técnica implica el uso de instrumentos para interpretar datos procesados y obtener información precisa y regular sobre la superficie terrestre. La percepción remota puede realizarse desde plataformas aéreas, como globos, aviones, helicópteros o vehículos aéreos no tripulados, o desde plataformas espaciales en órbita alrededor de la Tierra. Es considerada una herramienta fundamental en estudios ecológicos, conservación biológica y en la toma de decisiones.

Según Paul L. Burden y Andrew M. Gilliam (2020), los sensores remotos son dispositivos electrónicos capaces de recopilar información sobre un objeto, área o fenómeno sin estar en contacto físico directo con él. Esta información se obtiene a través de mediciones de diferentes características, y es fundamental en diversas aplicaciones como el monitoreo ambiental y la agricultura de precisión. El análisis morfológico es una técnica utilizada en el procesamiento de imágenes para mejorar la calidad de la segmentación de objetos, a través de operaciones como el cierre morfológico (closing), que conecta regiones disjuntas y elimina pequeños artefactos

o ruido. Esta operación de procesamiento de imágenes se utiliza para conectar regiones de interés, como cuerpos de agua, y eliminar pequeños huecos o discontinuidades presentes en la segmentación.

El algoritmo DBSCAN, basado en densidad, se emplea para identificar regiones densamente pobladas en un espacio de datos, separándolas de las regiones que presentan menos densidad, conocidas como ruido. Esta técnica es útil para identificar y segmentar áreas de interés, como cuerpos de agua en imágenes satelitales. Además, el radar de apertura sintética (SAR), utilizado en satélites como Sentinel-1, permite la captura de imágenes de la superficie terrestre a través de señales de radar, siendo particularmente útil para obtener datos en cualquier condición climática, como durante la nubosidad o en ausencia de luz. Esto es esencial para un monitoreo continuo y confiable.

2.1.1.1 Análisis con Teledetección por API

Uno de los análisis geospaciales realizados en este proyecto se centra en la detección y monitoreo de cuerpos de agua en presas, mediante imágenes satelitales del Sentinel-1. Se tomaron imágenes de las presas La Red, El Salto y Calderón, una por cada mes, desde enero de 2017 hasta octubre de 2024. En el caso de El Zapotillo, al ser una presa nueva, solo se analizaron los últimos seis meses. Las imágenes de la Presa Calderón presentadas a continuación son un ejemplo específico del año 2024, que muestra la variación antes y después de la temporada de lluvias.

Para llevar a cabo este análisis se siguió la siguiente metodología:

- 1. Descarga y procesamiento de imágenes:** Se utilizó Sentinel Hub para acceder a imágenes del satélite Sentinel-1. Este tipo de imágenes emplea tecnología de radar de apertura sintética (SAR), lo cual ofrece una ventaja significativa, ya que permite la captura de datos sin importar las condiciones climáticas, como nubosidad o poca luz. Para la descarga y procesamiento de las imágenes, se utilizó el código disponible en el repositorio [HydroHawk en GitHub](#).
- 2. Segmentación del área de agua:** Para diferenciar las áreas con presencia de agua, se aplicó un umbral que permitió distinguir las regiones de interés.

Posteriormente, se empleó el algoritmo de agrupamiento DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) para identificar y segmentar el mayor cuerpo de agua visible en las imágenes. Adicionalmente, se utilizaron técnicas de morfología matemática, como el cierre morfológico (*closing*), con el objetivo de reducir el ruido, conectar las regiones de agua, y eliminar áreas no representativas. Para garantizar la cobertura completa del agua, se implementó la función *binary_fill_holes*, que se aseguró de rellenar los huecos presentes dentro de los cuerpos de agua detectados.

- 3. Visualización y análisis de resultados:** Los resultados se visualizaron de manera interactiva mediante una aplicación desarrollada en *Streamlit*. La evolución de las áreas de agua se pudo observar a través de gráficos de líneas que mostraban la variación en la extensión de agua a lo largo del tiempo. Asimismo, se generaron mapas y *shapefiles* de las áreas detectadas, lo que permitió realizar un análisis geoespacial detallado y una representación visual clara del estado de las presas en distintos momentos del año.

2.1.1.2 Análisis con Google Earth Engine y representación en QGIS

De manera complementaria, se realizó un análisis mediante Google Earth Engine para comparar los resultados obtenidos mediante el enfoque de teledetección por API. Este análisis permitió obtener una perspectiva visual adicional de los cuerpos de agua a través de imágenes históricas disponibles en la plataforma, lo cual ayudó a verificar y validar las observaciones derivadas de las imágenes del Sentinel-1.

Bajo este procedimiento, fueron elaborados mapas para cada una de las presas (El Zapotillo, El Salto, La Red, Calderón) de los meses de junio y octubre de 2024 con el objetivo de visualizar de qué manera se comportaban individualmente. Dentro de los mapas, está representada la superficie máxima de cada presa y la superficie alcanzada en dicho mes.

Primero se descargaron las superficies de los meses junio y octubre del año 2024 por medio de Google Earth Engine para poder trabajar con ellas dentro de QGIS. Dentro de dicha herramienta, se agregó una nueva columna para representar la superficie de los cuerpos de agua. Posteriormente fueron corregidas las

superficies de los mapas, con el uso de las herramientas de rellenar, suavizar y simplificar para poder trabajar de mejor manera con cada una de las presas. Por último, se generaron los mapas de cada una de las presas, con sus respectivas coordenadas, escala, leyenda y flecha del norte.

A continuación, se describe el proceso detallado:

1. Con el uso de la clasificación supervisada, se identificaron cinco clases prioritarias para identificar los cambios en la superficie de estudio:
 - a. Agua
 - b. Vegetación
 - c. Agricultura
 - d. Suelo
 - e. Urbano
2. Con ayuda de Google Earth Engine, se realizó un análisis detallado del uso del suelo y la cobertura de agua para diferentes regiones en un área geográfica específica definida por los polígonos Calderón, El Salto, La Red y El Zapotillo. El análisis incluye el procesamiento de imágenes satelitales, clasificación supervisada, cálculo de estadísticas y visualización de resultados.
3. Se realizó la importación del archivo .shp necesario para tener los polígonos de las cuatro presas en el proyecto de QGIS.
4. Con ayuda de los TIF obtenidos de nuestro código de Google Earth Engine, se importó dentro de QGIS los TIF correspondientes a los meses junio y octubre del 2024, y se realizó la poligonización (ráster a vectorial). Cabe recalcar que cada uno de los pasos son iguales tanto para junio como para octubre
5. Después de haber abierto la ventana de “poligonizar”, se seleccionó el archivo *TIF* en cuestión (junio u octubre), se escogió la banda número 1, de nombre de campo a crear; se le nombró “TIPO” y se seleccionó la carpeta en donde guardar esta conversión. En la columna “TIPO”, 1 significa agua y 2 significa tierra.
6. Después, se abrió la tabla de atributos correspondiente al archivo creado, se cambió a modo de edición y se seleccionaron todos los datos que contuvieran un valor de “0” para después ser eliminados.
7. Se creó un campo nuevo llamado SUP (superficie) de tipo decimal, con una longitud de 10 y una precisión de 2 decimales. Justo después de crearlo, se

actualizó el campo, tras elegir en la sección de geometría el atributo de “\$area” y dividirlo entre 10000 (con el fin de hacer la equivalencia de una hectárea). Se retira el modo de edición para guardar los cambios.

8. Para eliminar todo aquello que no sea agua, se optó por la opción de “seleccionar objetos por valor”, en “TIPO” se escribió que sea igual a (=) 2. Se le dio click derecho al archivo correspondiente al mes en cuestión y se continuó con “conmutar edición”, para posteriormente abrir la tabla de atributos y recortar todos los elementos que fuesen seleccionados.
9. Posteriormente, se eliminaron todos los elementos de “TIPO” 1 con una superficie menor a 0.5 ha con ayuda de “seleccionar objetos por valor” y se repitió el proceso, conmutar edición y después en la tabla de atributos se recortó todo lo que fue seleccionado.
10. El siguiente paso fue rellenar los huecos que existen dentro de los cuerpos de agua, al desplegar la “Caja de herramientas” en la pestaña “Procesos” y elegir la función llamada “Borrar agujeros”, productos que se guardaron con el nombre de “2024_(mes en cuestion)_relleno.shp” en la carpeta en correspondiente.
11. Después de rellenarlo, cada archivo se convirtió a proyección UTM, se guardó la capa vectorial como shape de ESRI con el SRC de 32613.
12. Ya obtenido el archivo UTM, se desplegó la “Caja de herramientas” y se seleccionó “Suavizar”. Dentro de la pestaña emergente, se insertaron 3 iteraciones, 0.25 de desplazamiento y el ángulo máximo de nodo a suavizar de 180. Se agregó “_suavizado” al final del nombre del shape.
13. El último paso para terminar de modificar los mapas fue el simplificado. Dentro de la “Caja de herramientas” se seleccionó “Simplificar” mediante el método de “Distancia (Douglas-Peucker)” con tolerancia de 10. Se añadió al final de cada archivo el nombre “_simplificado”.
14. Dentro de propiedades, se modificaron los nombres de los cuerpos de agua. Al *shape* de las 4 presas se le nombró “Superficie máxima”. Para el *shape* del mes con el que se trabajó, se le agregó “Superficie de agua detectada, ‘mes en cuestión’ 2024 (especificamos las hectáreas llenas en ese mes de la presa que se va a representar en el mapa)” y se modificó a color azul. Para obtener la superficie de agua de cada presa, se usó la herramienta “Seleccionar objetos

por área” y se seleccionó la presa que se desea conocer su capacidad. Después en “Caja de herramientas” se abrió la de estadísticas básicas para campos. En el resultado de “SUM” se observó la capacidad que obtuvo la presa en dicho mes.

15. Por último, se obtuvieron los mapas de cada una de las presas para cada mes. Para ello se abrió la pestaña de proyecto y se seleccionó “Nueva composición de impresión”, tras poner el nombre de la presa que se va a plasmar en el mapa.
16. Dentro de la pestaña de composición se abrió la opción de “Añadir Mapa”. Después se adicionó la Flecha del Norte, leyenda y la escala desde la barra de herramientas que está a la izquierda del interfaz. Posterior a ubicar cada elemento, se seleccionó el mapa y se especificó la sección de “Cuadrículas” en “Propiedades del elemento”. Después de ello se habilitó “Dibujar coordenadas” y se pone ascendente vertical a los lados. En la parte superior, se dio a X y Y el intervalo necesario para que las coordenadas puedan visualizarse perfectamente. Esto varía para cada una de las presas.
17. Finalmente, los ocho mapas se exportaron como imágenes.

2.1.2 Análisis estadístico

El análisis estadístico se subdividió en una serie de enfoques metodológicos con el uso de distintas tecnologías, presentadas a continuación.

2.1.2.1 Scraping de datos de CONAGUA

Como parte de este proyecto, se construyó un *script* en Python que descarga datos de un API de CONAGUA sobre reportes diarios de presas, desde una fecha inicial (por defecto, 1 de enero de 2000) hasta una fecha final (por defecto, la fecha actual). Para cada día dentro de este rango, el *script* realiza una solicitud HTTP a la URL correspondiente y, tras obtener la respuesta en formato JSON, filtra los datos a través de ciertas claves específicas de las presas (clavesih), como EGCJL, REDJL, y ESLJL. Los datos filtrados se guardan localmente en archivos anuales, tanto en formato JSON como CSV, dentro de carpetas específicas (json y csv). Si los archivos correspondientes a un año ya existen, el script omite la descarga de datos para ese periodo. Además, el script incluye manejo de errores para garantizar una

ejecución robusta, evitando interrupciones por problemas de conexión o datos mal formateados. Por último, la estructura modular del código permite su reutilización para diferentes rangos de fechas y ubicaciones de almacenamiento, lo que facilita la organización y el análisis de los datos recolectados.

Este entregable, se realizó mediante el siguiente procedimiento:

1. El script se estructuró de manera modular para dividir las tareas principales en funciones independientes que facilitan su mantenimiento y reutilización.
2. Se diseñó una función para iterar sobre el rango de fechas seleccionado, generando dinámicamente las URLs de la API de CONAGUA. Esta función utiliza la biblioteca *requests* para realizar las solicitudes HTTP y obtener las respuestas en formato JSON.
3. Una vez que los datos son recibidos, se filtran mediante la clave *clavesih*, para asegurar que solo se almacene información relevante, como las claves EGCJL (Presa Calderón), REDJL (Presa La Red) y ESLJL (Presa El Salto).
4. El almacenamiento de los datos se implementó de forma organizada, guardando los resultados filtrados en archivos separados por año. Los datos se almacenaron en formato JSON crudo y se convirtieron a formato CSV utilizando la biblioteca *pandas*. Antes de guardar, el script verifica si los archivos correspondientes al año ya existen, evitando la descarga de datos redundantes y mejorando la eficiencia.
5. Se manejaron errores comunes, como problemas de conexión, datos mal formateados o dificultades para guardar los archivos, para garantizar que el script continuara ejecutándose de manera robusta incluso en presencia de fallos temporales.
6. Finalmente, se implementó una interfaz interactiva mediante *Streamlit*, permitiendo al usuario seleccionar un rango de fechas, las claves a filtrar y el formato de salida (JSON o CSV). Esta interfaz incluye un botón para ejecutar el proceso y una opción para descargar los archivos generados directamente desde la aplicación. El diseño asegura una experiencia amigable para el usuario y facilita el análisis de los datos recolectados.

3. Resultados del trabajo profesional

Los resultados del trabajo se seccionan en entregables del proyecto y hallazgos, mismos que traslapan la información de gabinete obtenida con el análisis de datos y tratamiento de datos espaciales (mapas) y la recuperación de los testimonios en campo (entrevistas).

3.1 Entregables del proyecto

En consecución de las líneas objetivadas y las herramientas propuestas para la elaboración de entornos de análisis independientes durante el proyecto, se desarrollan los siguientes tópicos.

3.1.1 Análisis geoespacial

De manera enfocada, la manipulación de la información georreferenciada entorno a los escenarios de aplicación.

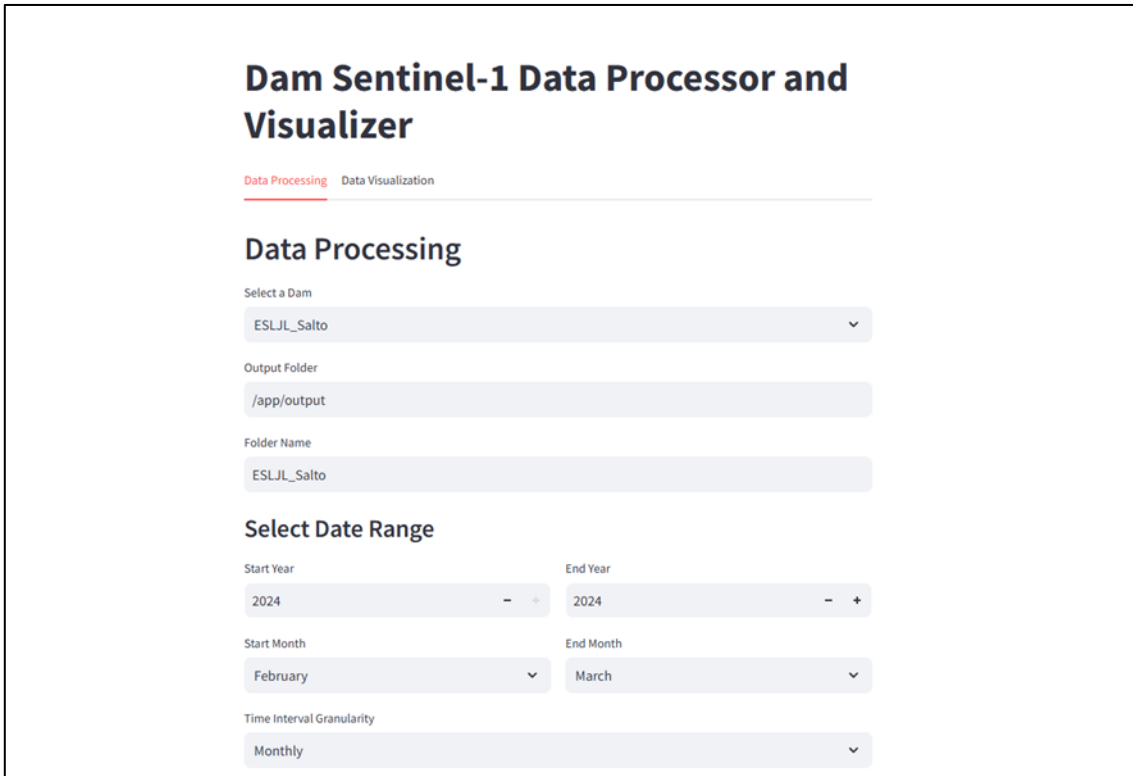
3.1.1.1 Análisis con Teledetección por API

La aplicación desarrollada para este proyecto permite visualizar y analizar la evolución de los cuerpos de agua en distintas presas de Jalisco de una manera interactiva y accesible. Se utilizó el lenguaje de programación Python, se integraron tecnologías como Streamlit para la creación de la interfaz web y Sentinel Hub para la obtención de imágenes satelitales del Sentinel-1.

Además, se emplearon diversas bibliotecas de procesamiento de imágenes como *rasterio*, *scikit-image*, y *scipy.ndimage*, así como el algoritmo de agrupamiento DBSCAN para la segmentación de las áreas de agua.

La aplicación permite seleccionar diferentes presas y periodos de tiempo para observar la variación en la extensión de los cuerpos de agua, así como visualizar las áreas identificadas mediante mapas y gráficos. A continuación, se muestra una imagen que ejemplifica el funcionamiento y la interfaz de la aplicación.

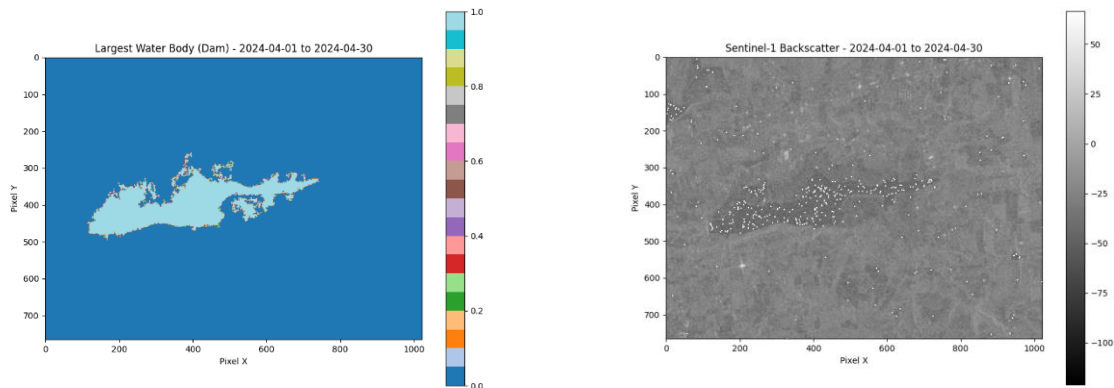
Figura 6. Interfaz del entorno con el uso de Sentinel - 1



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente comparación, se presentan imágenes de la presa Calderón antes y después de la temporada de lluvias, lo que demuestra el impacto de las precipitaciones sobre el volumen de agua de la presa.

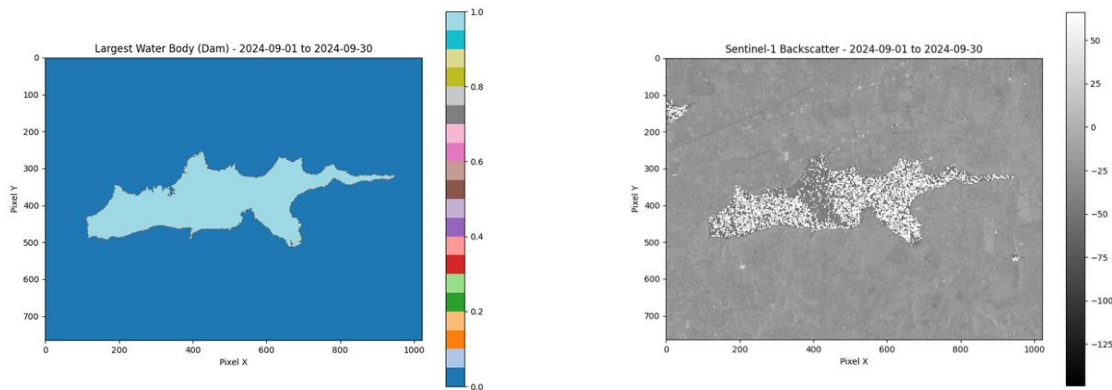
Figura 7. Imagen del área de la presa Calderón en abril de 2024.



Fuente: Elaboración propia.

En abril, el cuerpo de agua es notablemente reducido debido a la ausencia de precipitación. Meses después, Se observó un incremento significativo del área del cuerpo de agua, lo que evidenció el efecto positivo de las lluvias sobre la disponibilidad del recurso hídrico.

Figura 8. Imagen del área de la presa Calderón en septiembre de 2024.



Fuente: Elaboración propia.

Las imágenes muestran claramente la diferencia en el área cubierta por agua antes y después de la temporada de lluvias. Esta variación destaca la relevancia del monitoreo estacional de las presas para una gestión eficiente de los recursos hídricos, ya que permite comprender mejor la dinámica de recarga de las presas y planificar el uso del agua de manera óptima durante los periodos secos.

Este análisis es un componente fundamental en la gestión de los recursos hídricos, permitiendo a las autoridades y usuarios del agua tomar decisiones informadas acerca de la distribución y conservación del recurso en el estado de Jalisco.

Datos adicionales:

- Para probar la aplicación, se pueden seguir las instrucciones ubicadas dentro del repositorio mencionado.
- Los resultados obtenidos a partir de este análisis se encuentran disponibles en un dataset subido a Kaggle: [Evolución de presas de agua de Jalisco 2017-2024.](#)

- Repositorio del proyecto: [HydroHawk en GitHub](#).
- Sentinel Hub y Sentinel-1: Tecnologías utilizadas para la obtención de imágenes de radar.
- DBSCAN: Algoritmo de agrupamiento basado en densidad utilizado para la segmentación de cuerpos de agua.
- Herramientas de procesamiento de imágenes: *rasterio*, *scikit-image*, *scipy.ndimage* para la manipulación y mejora de imágenes.

3.2 Hallazgos

A continuación, se presentan los análisis de los productos geoespaciales, así como las entrevistas realizadas a habitantes de Temacapulín.

3.2.1 Análisis geoespacial

Los hallazgos geoespaciales del proyecto se relacionan con el análisis comparativo entre la superficie de agua registrada en cada una de las presas del Sistema de Interconexión El Zapotillo - El Salto - La Red - Calderón durante los meses de junio y octubre de 2024. Debido a la temporalidad seleccionada, cada par de mapas muestra el efecto de la temporada de lluvias sobre la disponibilidad de agua almacenada en las presas.

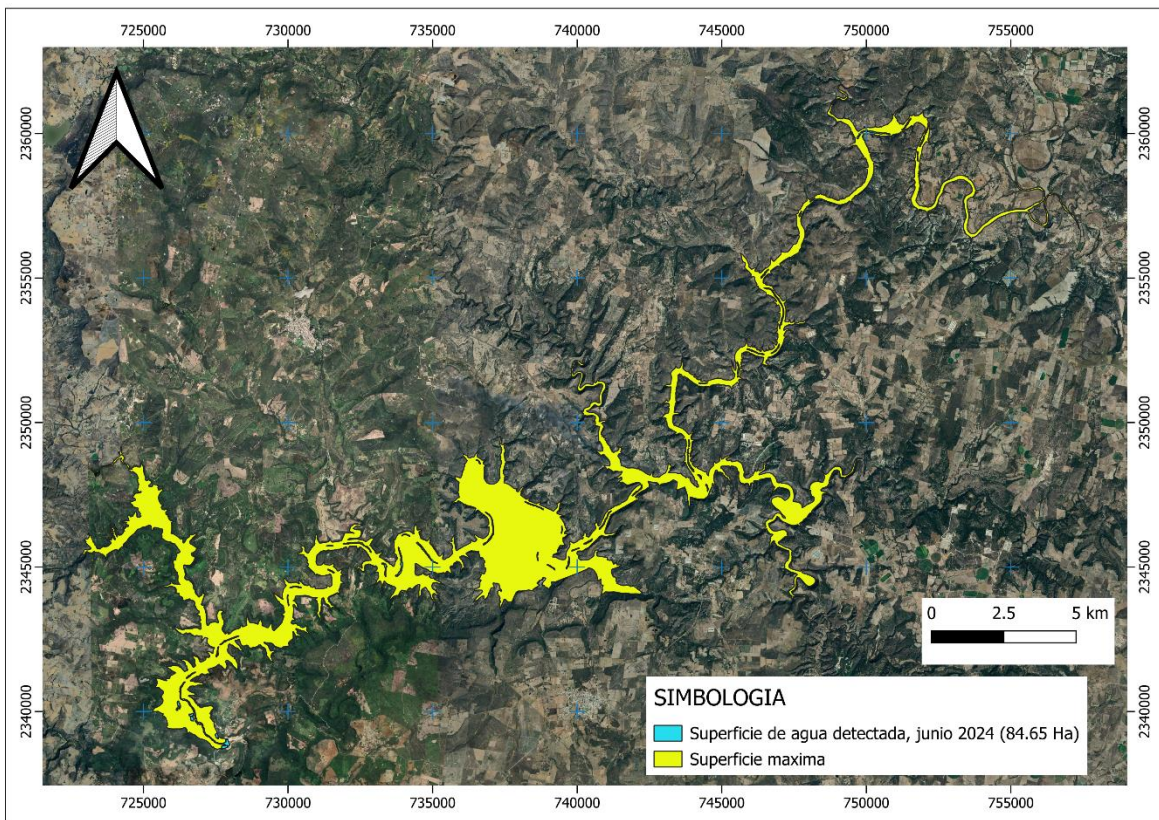
3.2.1.1 Análisis con Google Earth Engine y representación en QGIS

El primer par de mapas comparativos de la superficie de agua corresponde a la Presa El Zapotillo. En la Figura 9 se muestra que el área superficial de la presa en junio de 2024 fue de 84.65 ha de acuerdo con el análisis de la cobertura de agua realizado mediante teledetección. Después de la temporada de lluvias del 2024, la superficie de agua en la presa alcanzó una extensión de 712.729 ha (Figura 10), representando un incremento del 741.9 por ciento respecto al área de agua en junio.

Nótese que el Río Verde estuvo fragmentado a finales de la temporada de estiaje (Figura 9), es decir, el caudal del río se detuvo drásticamente, dejando de fluir y, en su lugar, se formaron charcos dispersos a lo largo de su cauce. Dichos

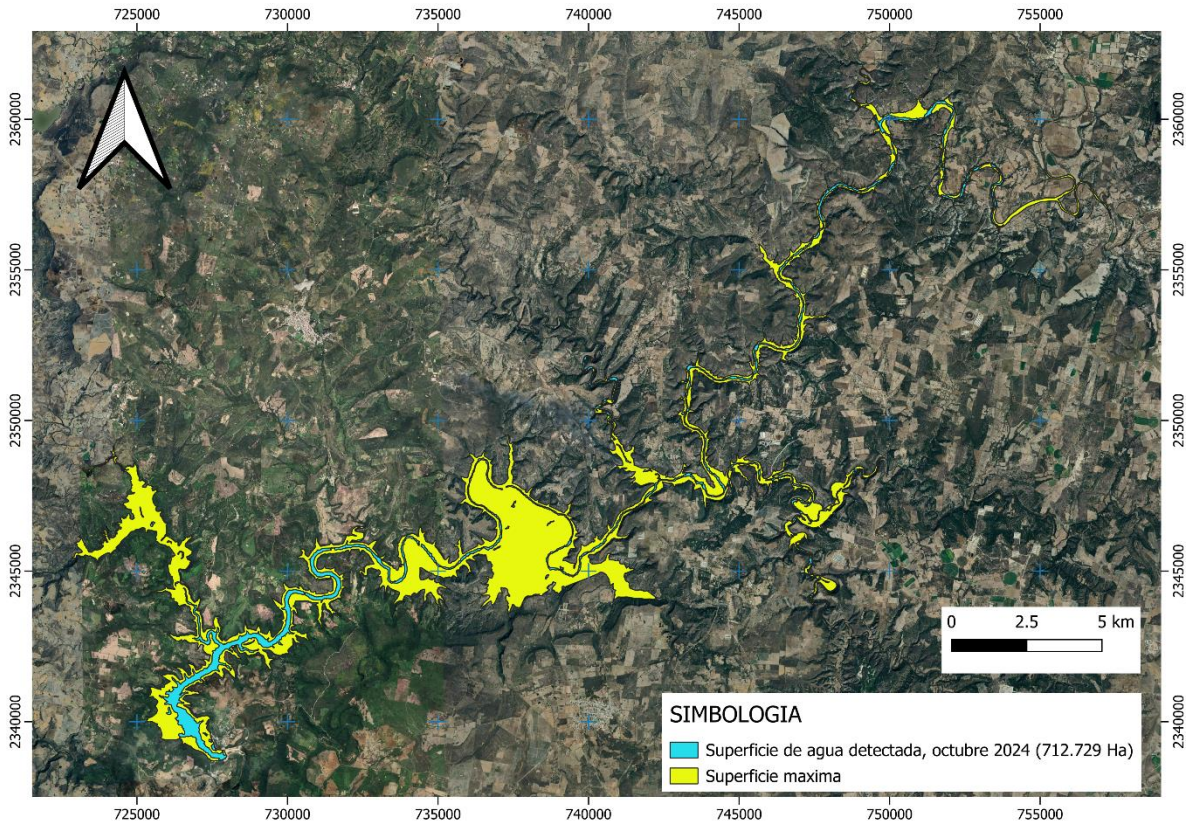
charcos se interconectaron durante el período de lluvias debido a un aumento natural de flujo y nivel de agua en el río (Figura 10).

Figura 9. Superficie de agua detectada en la Presa El Zapotillo en junio de 2024



Fuente: Elaboración propia en QGIS

Figura 10. Superficie de agua detectada en la Presa El Zapotillo en octubre de 2024

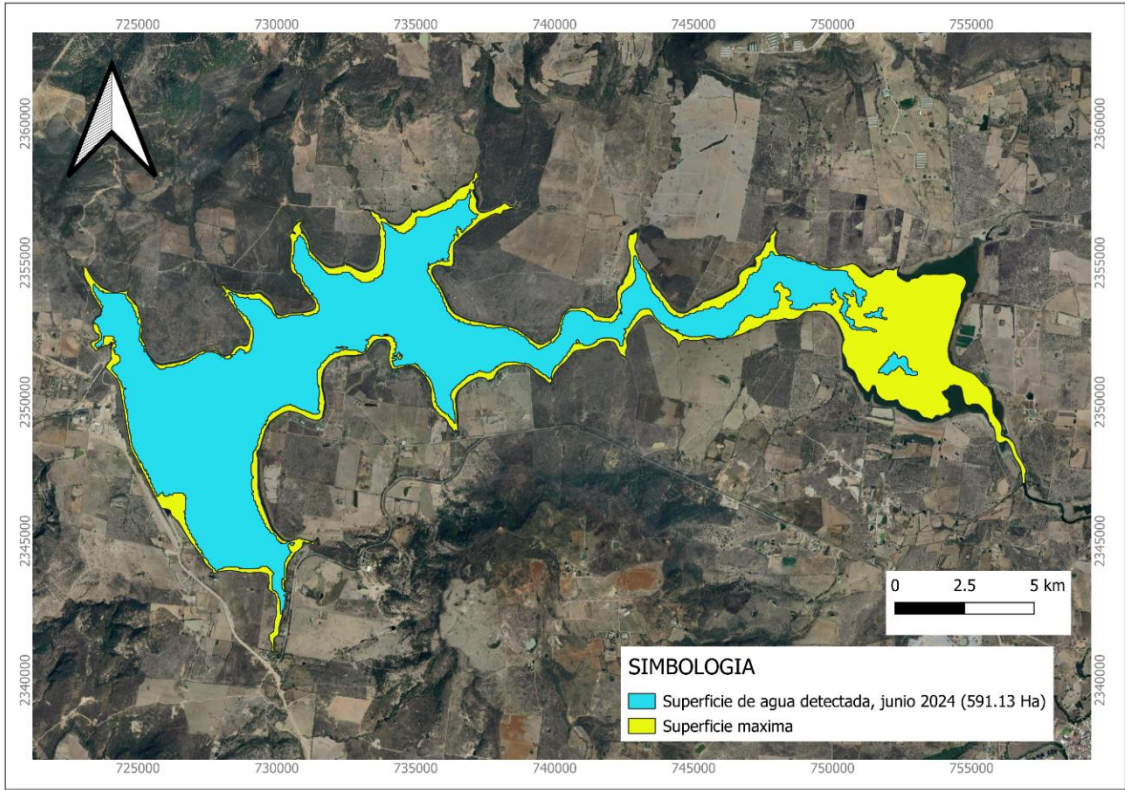


Fuente: Elaboración propia en QGIS

Respecto a la Presa El Salto, la superficie de agua en junio de 2024 fue de 591.13 ha (Figura 11), mientras que en octubre el espejo de agua aumentó a 812.721 ha (Figura 12), lo que representó un incremento del 37.5 por ciento debido a la temporada de lluvias. Por otro lado, ambas superficies de agua (en junio y octubre) correspondieron al 68.49 y 94.17 por ciento de la superficie máxima de la presa, de aproximadamente 863 ha.

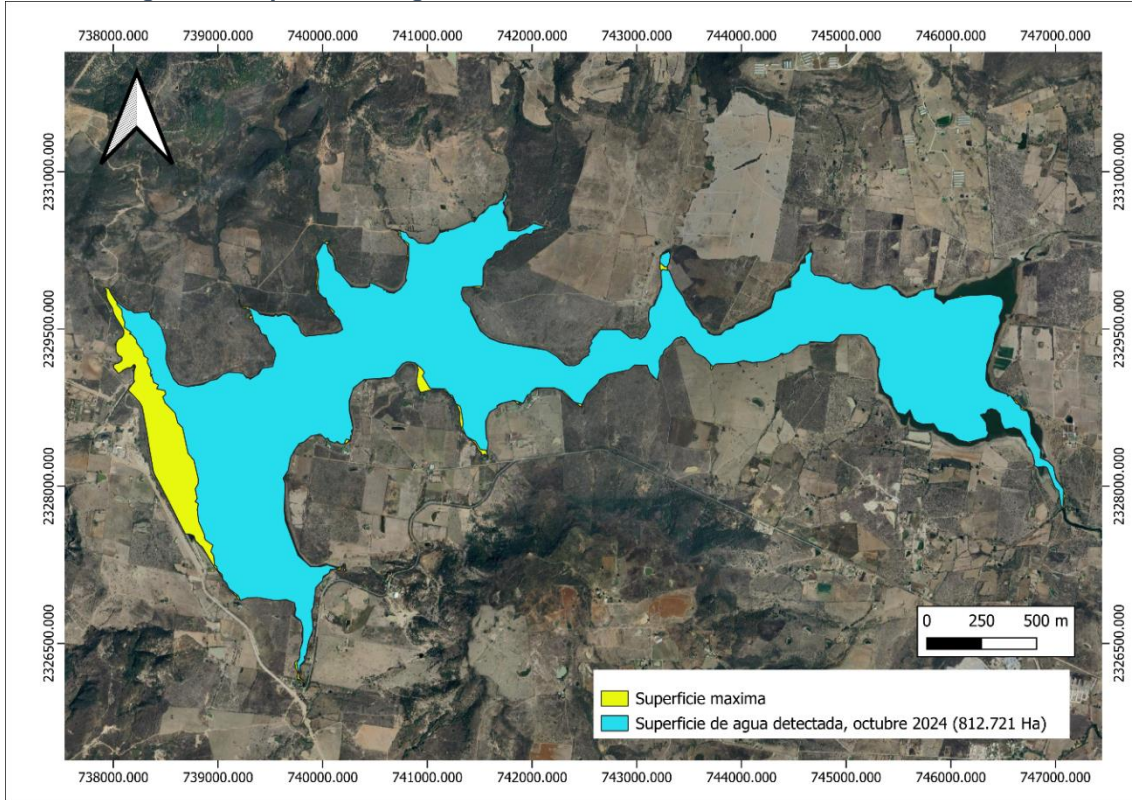
Es importante recordar que en febrero 2024 inició el proceso de trasvase de agua desde la Presa El Salto hacia la Presa Calderón. En este sentido, a partir de este año, la disminución de la superficie en la Presa El Salto durante el estiaje, dominada anteriormente por procesos naturales de evaporación y descenso del caudal del río, se verá potenciada o acelerada por el proceso de extracción del recurso hídrico para suministrar agua potable a la ZMG.

Figura 11. Superficie de agua detectada en la Presa El Salto en junio de 2024



Fuente: Elaboración propia en QGIS

Figura 12. Superficie de agua detectada en la Presa El Salto en octubre de 2024

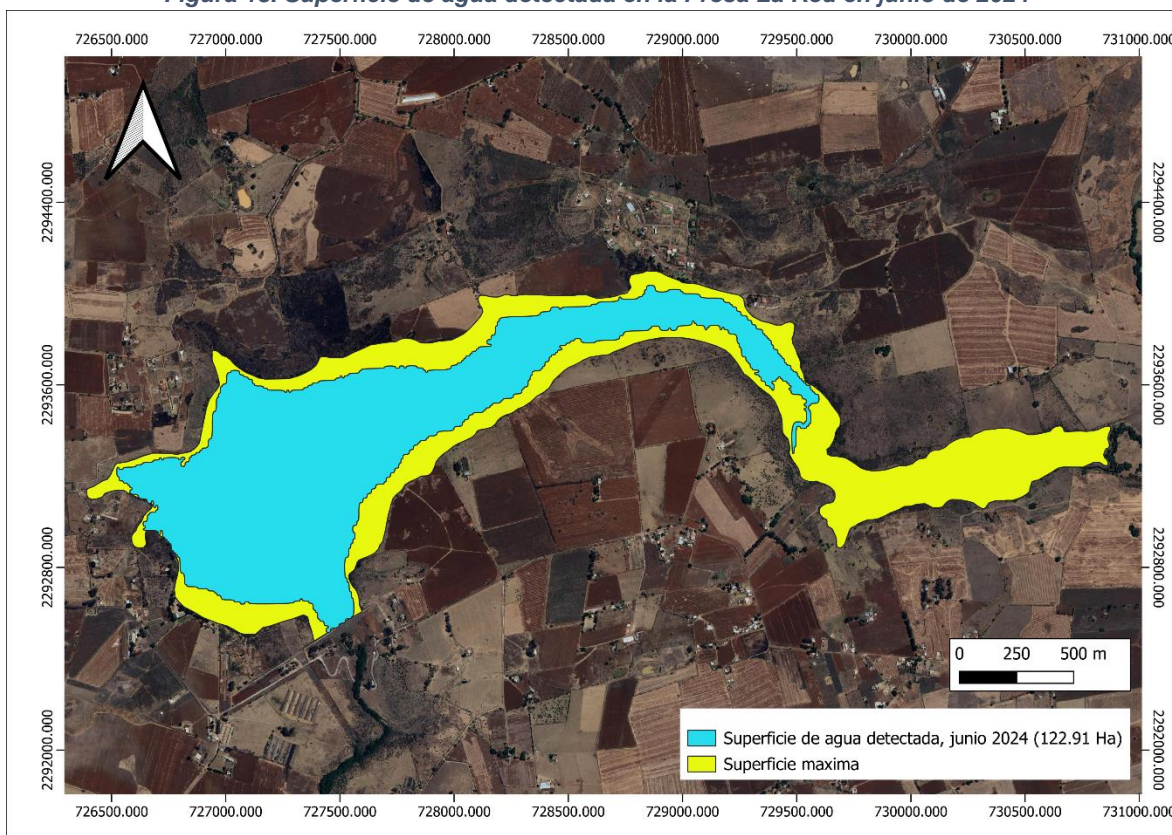


Fuente: Elaboración propia en QGIS

La Red es la presa con menor superficie del sistema de interconexión al tener una extensión máxima de 210 ha de agua. Mediante Google Earth Engine se detectó un área superficial de 122.91 ha en la presa durante el mes de junio (el 58.5 por ciento del área máxima según la Figura 13), mientras que las lluvias en verano incrementaron la extensión del espejo de agua a 191.74 ha (el 91.3 por ciento de la superficie máxima según la Figura 14).

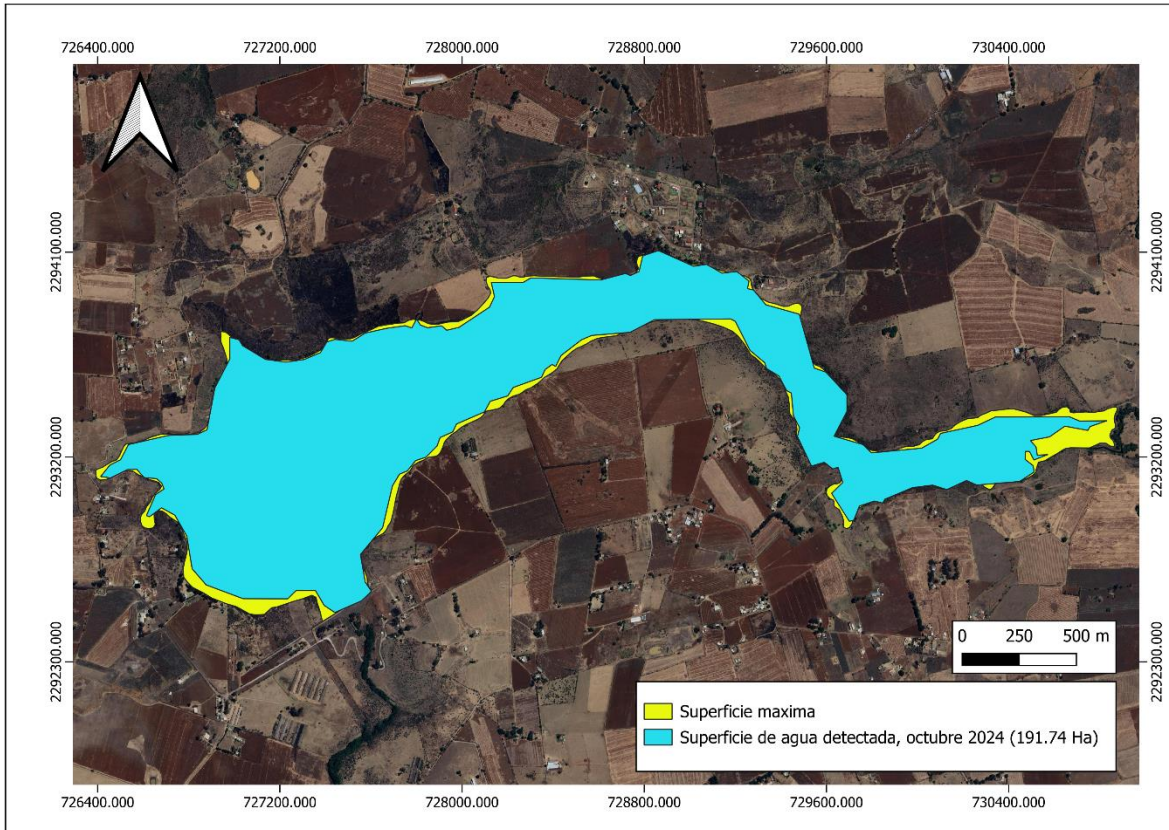
A diferencia de El Zapotillo y El Salto, la Presa La Red se conformó por una única masa de agua a finales de la época de estiaje en 2024. Por otro lado, extraer y bombear el agua almacenada de charcos dispersos en las otras presas durante la época de estiaje presenta varios desafíos. Dichos charcos no están conectados, lo que significa que algunas masas de agua no son accesibles para los equipos de extracción. Además, la calidad del agua puede variar entre charcos, y algunos podrían ser demasiado pequeños o poco profundos para que sea práctico o eficiente extraer el agua.

Figura 13. Superficie de agua detectada en la Presa La Red en junio de 2024



Fuente: Elaboración propia en QGIS

Figura 14. Superficie de agua detectada en la Presa La Red en octubre de 2024

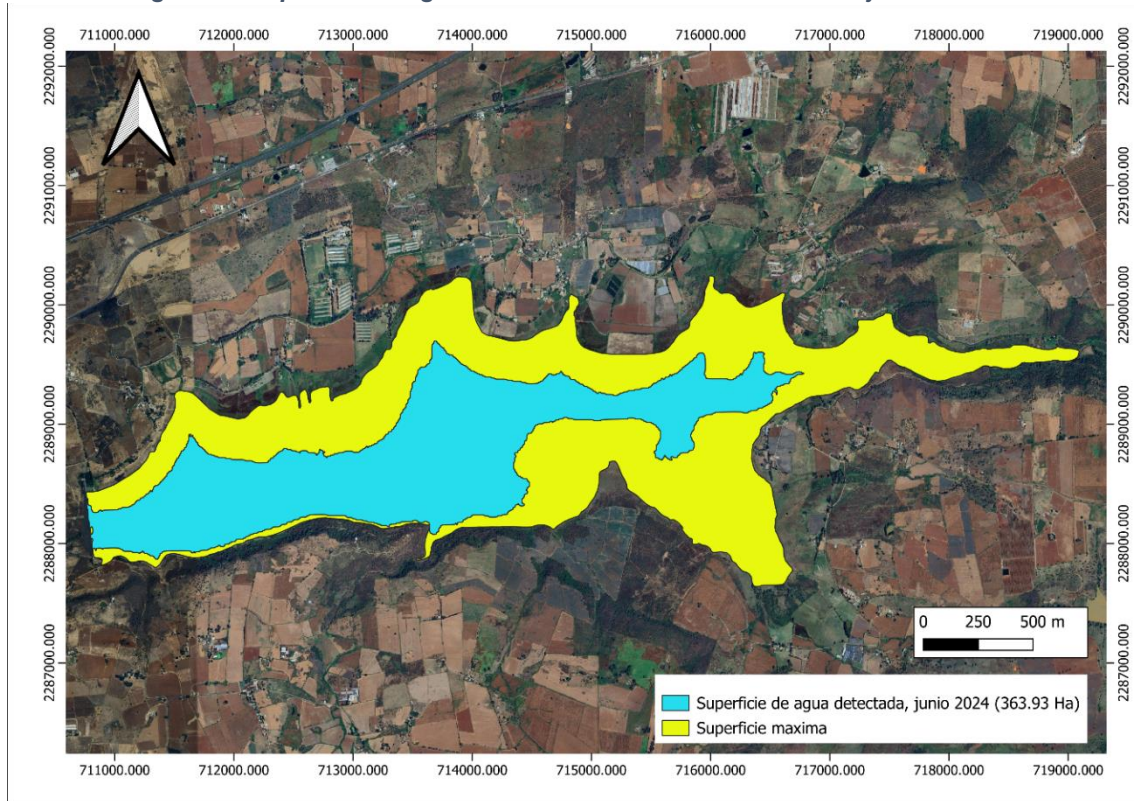


Fuente: Elaboración propia en QGIS

Por último, se presenta el análisis comparativo de la superficie de agua en La Presa Calderón antes y después de la temporada de lluvias en 2024. En junio, el cuerpo de agua tenía una extensión de 363.93 ha (el 40.5 por ciento de la zona inundable según la Figura 15), mientras que en octubre el área superficial incrementó al 99.7 por ciento de la extensión total de la presa (Figura 16).

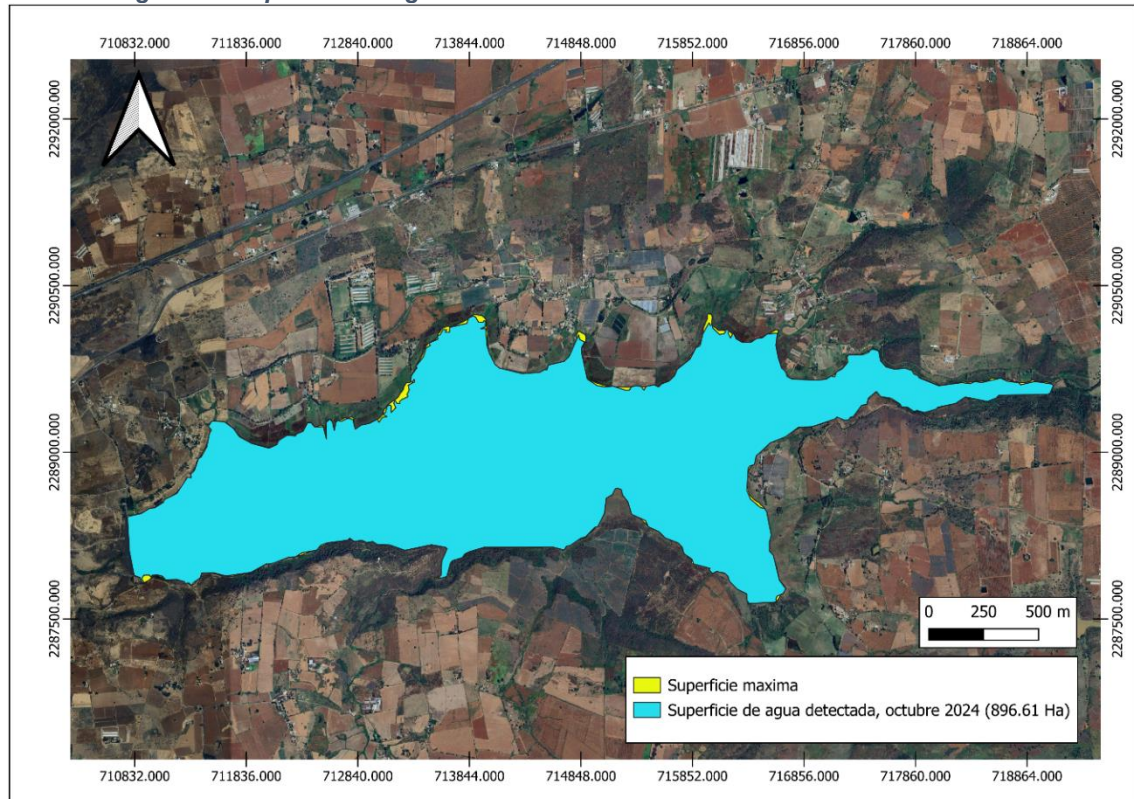
La presa Calderón es la presa más próxima a la ZMG y el cuerpo receptor de los trasvases de agua en el sistema de interconexión, por lo que se espera que las disminuciones del nivel de almacenamiento y área superficial sean amortiguadas por la extracción de agua en el resto de las presas. Sin embargo, en este primer año de interconexión, la diferencia entre el área superficial antes y después de la temporada de lluvias en Calderón fue de 532.68 ha.

Figura 15. Superficie de agua detectada en la Presa Calderón en junio de 2024



Fuente: Elaboración propia en QGIS

Figura 16. Superficie de agua detectada en la Presa Calderón en octubre de 2024



Fuente: Elaboración propia en QGIS

3.2.2 Entrevistas realizadas a pobladores de Temacapulín

Se incluyen dos entrevistas realizadas el 16 de noviembre de 2024 a dos habitantes de Temacapulín, a la Señora Abigail Agredano (presidenta del Comité de Lucha) y al Señor Andrés Mejía. Los estratos rescatados de ambas conversaciones giran en torno a los conflictos socioambientales de la construcción de la Presa El Zapotillo.

3.2.2.1 Extractos de la entrevista a María Abigail Agredano Sánchez

Se enteraron por los medios de comunicación, no hubo un comunicado oficial del gobierno en un inicio.

- Se les unió en el 2008 la ONG IMDEC (Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario) y un colectivo de abogados (quienes metieron amparos y juicios de nulidad, etc.), lo cual mejoró la organización de la resistencia.
- Emilio Glez. Márquez prometió que si el 50% + 1 se oponía a la realización de la presa, no se hacía (prácticamente todos estaban en contra y no cumplió, tampoco con las reuniones mensuales acordadas).
- ristóteles Sandoval contrató a la UNOPS (United Nations Office for Project Services) de las Naciones Unidas para justificar que la presa tenía que hacerse porque tenía que hacerse. Cuando se presentó el informe no los querían dejar pasar, y cuando les permitieron pasar los relegaron a un rincón.
- AMLO fue a Temaca 3 veces antes de ser presidente y 4 veces después.
- Él (AMLO) nos prometió no inundarnos pero que él no quería desperdiciar la presa, que la presa ya estaba hecha, que había que aprovecharse, que había costado mucho... que era dinero del pueblo y que la debían de aprovechar. Desde la ONG consiguieron muchos aliados, ingenieros... que comenzaron a ver de qué forma podía hacerse y diseñaron un proyecto de hacer ventanas vertedoras, y gracias a Dios CONAGUA y el presidente aceptaron.
- La CONAGUA y la CEA insistieron en la venta de las casas, comenzaron a hostigar mucho, que si no vendían se iban a quedar sin nada... nos íbamos a quedar en la calle, que después no nos iban a pagar nada... y pues hubo muchas personas que vendieron la verdad.

- El grupo de nosotros cuando sabíamos que iba a haber una venta nos íbamos a tratar de impedir que midieran, a no dejarlos, aunque los dueños se enojaban. Se vendieron como 61 propiedades.
- Prometieron que se iban a regresar (las casas compradas), dijo Alfaro que los iba a regresar, pero hasta ahorita que se ha formado el fideicomiso no ha sucedido nada y Alfaro ya va de salida.
- La lucha fue muy dura, no fue nada fácil, había un hostigamiento tremendo, taladraban en la noche... y no era tanto el ruido, sino lo que significaba. Entraban con camionetas atrás con uno con la metralleta... Se salen o se ahogan, decía Raúl Iglesias “les vamos a mandar lanchas y salvavidas”.
- Tomamos la presa en el 2011, estuvimos ahí una semana y mandaron a gobernación a tratar de negociar con nosotros pero resulta que la negociación eran mesas de diálogo... pero desgraciadamente el gobierno muy prepotente, hasta mal educado porque.. se reían de nosotros, se burlaban, cada vez que hablábamos se burlaban de nosotros y al final la mesa resolutive no dio soluciones, la presa se hace porque se hace. Llevaron a la gente que había vendido para confrontarnos.
- Éramos (en el comité) como 10 personas las que no fallábamos.
- 10 de noviembre de 2021 el presidente aceptó que se hicieran las compuertas. No fue un éxito total para nosotros, porque siempre luchamos en contra de la presa, pero no nos dieron otra opción. Sabemos que las presas son muchos más los daños que los beneficios que tiene, sobre todo que están aumentando el calentamiento global, liberan dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, que nos los principales componentes de los gases de efecto invernadero.
- Se pidió un plan de justicia, ya que durante todos esos años nosotros no podíamos construir porque... teníamos miedo que se inundara y ese dinero mejor dejarlo para otra cosa, ningún proyecto nos apoyaba... la lucha duró como 17 años, la lucha avanzábamos y al rato nos retrasábamos, pero nunca desistimos, fue lo importante.
- El plan de justicia es una especie de reparación del daño, porque en todos esos años no hubo ningún progreso en el pueblo porque “lo van a inundar, lo

van a inundar”, nosotros no hacíamos nada aquí, no construíamos nada ni nada porque lo iban a inundar. Primero se pidieron banquetas, disculpas públicas por ejemplo.. que ya se hicieron, las hizo el subsecretario de gobernación y esas fueron en junio de este año [2024] también se pidieron una auditoría técnica y financiera que de eso no se ha hecho casi nada hacia la presa porque fue un robo tremendo tremendo.

- Hubo mucha gente que murió, no se enfermó. Digo todos nos enfermamos eh, yo por ejemplo empecé a tener alta presión a partir de cuando taladraban.
- Cuando usted se enteró de que iban a inundar su pueblo ¿Qué fue lo primero que se le vino a la mente? R – Luchar, luchar para que no fuera posible que nos inundaran, que nos hicieran daño.
- Hay un arraigo tan grande al pueblo... porque el vecino... nos miramos como familia, todos, todos somos una familia... últimamente tuvimos ese problema pero como una familia es un arraigo grande a tu tierra, pero también perder tu patrimonio, perder tus raíces, tu identidad, todo.. ¿De dónde eres? De la presa...
- Aparte, el agua no existe, el agua que ellos querían no existe. Si ustedes van a ver el río ahorita que acaba de llover tanto, lleva cualquier cosita de agua. El agua no existe, el río se está acabando, además de ya en febrero por ejemplo están cortados los charcos. Aviento una piedra al agua y huele mal. Pero agua no hay, en el río no existe el agua que ellos habían planeado distribuirse allá entre ellos. Yo creo que en los noventas comenzó a ser menos porque aquí llegaba hasta el remanso a la orilla del pueblo llegó a llegar, porque antes llovía muchísimo.
- Perdimos mucha gente gracias a lo de la presa. El estrés sobre todo la gente mayor... ¿Qué voy a hacer? ¿De dónde voy a vivir? ¿A dónde voy si aquí tengo mi casa?... Empezaron a estresarse y se iba pronto la gente, yo creo que fueron como unas 12 – 14 personas... tristemente. Personas que estaban bien y de repente saz. Pero nomás estaban pensando qué iban a hacer... y recuerdo que decían “si yo no puedo correr, y el agua me va a ahogar y...”. El hostigamiento fue muy fuerte, mire, traían desfiles de patrullas por el pueblo... yo no sé de dónde agarraban tanta patrulla de ahí... andaban

por todo el pueblo, entraban a cada rato militares que andaban perdidos decían, cada rato el montón de militares. Era una vigilancia de todo el tiempo, y si uno les tomaba una foto... uhh te quitaban la cámara, pero ellos diario grabando todo y eso...

- Los abogados hicieron muchos amparos, juicios de nulidad y la controversia que metieron los abogados no... los diputados.
- Para las actividades comerciales después de la ubicación no había nada... te dan las casas ahí... muy mal construidas, tumbaron muchísimos árboles para hacerlas... unos mezquites enormes que sacaron con unas máquinas grandes... ellos destruyen lo que quieren y si uno destruye algo, pobres de nosotros. Usan la ley en su favor todo el tiempo.
- Desgraciadamente ellos solo piensan en robar, y robar y robar... eso es todo, no les importan las personas, no les importamos... somos peor que una rata yo creo para ellos.

Figura 17. Entrevista a María Abigail Agredano Sánchez.



Fuente: Fotografía propia

3.2.2.2 Extractos de la entrevista a Andrés Mejía González

En 2005, los rumores del represamiento del Río Verde colmaron de miedo a los habitantes de Temacapulín. Un proyecto hidráulico con una cortina de 80 metros de altura que inundaría por completo esta pequeña localidad de Cañadas de Obregón,

Jalisco. Las habladurías se convirtieron en declaraciones oficiales cuando el Gobierno de Jalisco realizó juntas informativas para socializar el Proyecto de la Presa El Zapotillo entre los posibles poblados afectados. El Hotel Temaca, a un costado de la plaza cívica de Temacapulín, fue escenario de las reuniones entre el gobierno y los habitantes.

“Ahí nos engañaron”

Así se refiere Andrés Mejía González, habitante de Temacapulín, al relatar la primera sesión organizada por las autoridades que consiguieron de manera desleal el falso consentimiento de la pequeña población para la realización de la Presa El Zapotillo.

“Entramos. Nos pidieron firmar nuestra asistencia a la reunión. Después se las llevaron al Gobernador Emilio para demostrar que el pueblo estaba de acuerdo con la construcción de la presa”

Figura 18 Hotel Temaca



Fuente: Fotografía propia.

El Señor Andrés Mejía se desempeñó como maestro de obras durante toda su vida. Dirigió diversos proyectos constructivos importantes en Jalisco como los Hoteles La Floresta y Danza del Sol en Ajijic, así como el Hotel Real de Chapala en la Rivera del Lago de Chapala. Diversas casas en Temacapulín también son

producto de las habilidades en albañilería de Andrés Mejía que, incluso, es autor de un mensaje grabado con empedrado sobre el Cerro de la Cruz:

“Desde S. VI Temacapulín te saluda”

Figura 19 Cerro de la Cruz



Fuente: Francisco Rodríguez (El Occidental, 2022).

Visto como un habitante ilustre, el Señor Andrés Mejía aceptó el cargo de vicepresidente del *Patronato Salvemos Temaca*, un comité de resistencia a la construcción de la presa. Sin embargo, el paso de los años y los avances en la construcción de la presa creó un ambiente de resignación en muchos habitantes del poblado incluyendo a Andrés Mejía que optó por vender su casa a la Comisión Estatal del Agua.

“Estaba más para que se inundara (Temacapulín) que para que no se inundara.

Ya andaban trabajando. Ya llevaban parte de la cortina. Perdió uno la fe.

Vendes, te reubicamos o te expropiamos: Esa fue la amenaza del gobierno.

Yo le vendí a la CEA. No tengo por qué ocultarlo.

Se vendieron alrededor de 70 casas”

El resto de la población acusó de traidores a los habitantes que decidieron vender sus propiedades ante la inundación inminente. Ante las indiferencias, Andrés Mejía renunció al comité de resistencia. Además, se vio obligado a trabajar fuera de

Temacapulín por dos motivos: Dejó de tener sentido construir patrimonio en una zona próxima a ser cubierta por el agua y, en segundo lugar, los vecinos dejaron de solicitarle sus servicios de albañil por haber abandonado la lucha en contra de la construcción de la presa.

*“Nosotros sufrimos acoso por parte del gobierno,
como acoso por parte de la gente de aquí.
Iba uno al templo y la gente se cambiaba de banca
para no dar la paz a nosotros los traidores”*

Tras años de incertidumbre, con poco desarrollo económico y prejuicios entre los habitantes en Temacapulín, un acuerdo celebrado en 2021 generó el cambio en el diseño de la presa El Zapotillo que contempló la abertura de ventanas vertedoras y garantizó que el pueblo no se inundara. Sin embargo, la lucha sigue. Andrés Mejía y otros vecinos quieren recuperar sus casas.

*“Yo tengo un documento donde dice que se nos
regresarán las propiedades si no se inunda Temacapulín.
(Sin embargo) la CEA a nosotros no nos ha dado la cara”*

Un inventario de bienes inmuebles de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco con fecha de 2015 menciona una finca ubicada en la Calle Reforma #56 en Cañadas de Obregón, Jalisco, con una superficie de 700 m² y adquirida el 4 de junio de 2009 mediante su compra al entonces propietario Andrés Mejía González por un monto original de inversión de 1 millón 075 pesos. Mientras tanto, el dueño legítimo de dicho inmueble recorre las calles de Temacapulín, esperando que la CEA cumpla con su palabra.



4. Reflexiones sobre los aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

Rafael Juárez Badillo Chávez

En este proyecto, he aprendido a aplicar herramientas avanzadas de teledetección y análisis geoespacial, específicamente para el monitoreo de cuerpos de agua. Este proceso me permitió comprender mejor cómo aprovechar tecnologías de radar y técnicas de procesamiento de imágenes para generar información útil para la gestión de recursos naturales. Reflexiono sobre la importancia de aplicar estos conocimientos de forma ética, asegurando que la información generada sea utilizada para el bien común, y contribuyendo al manejo sostenible del agua, un recurso vital para la sociedad.

Marcelo Salgado Montes:

Durante el proyecto PAP, he aprendido sobre las implicaciones sociales que el tema del agua genera en Jalisco. Además, pude poner en práctica mis conocimientos en Python para el análisis de datos geoespaciales y aprendí a usar herramientas como QGIS y Google Earth Engine. Finalmente, comprendí que es esencial entender sobre la gestión del agua, ya que es un recurso esencial para el ser humano, y su mal manejo puede generar impactos negativos en diversos aspectos de la vida cotidiana.

Sergio Hernández Beltrán:

Durante este PAP, tuve una gran experiencia, en la que pude conocer nuevos temas sobre la geografía y medio ambiente, que en mi carrera iba a ser imposible de aprender. En las primeras sesiones, aprendí que es un SIG (Sistema de Información Geográfico) y lo que más me interesó fue como lo podría usar para mi carrera, que está un poco alejada del enfoque de este proyecto.

Adquirí conocimientos de programas que nunca había usado antes, tales como QGIS y Google Earth Engine. Este último me fue un poco más sencillo de utilizar, gracias a las habilidades de programación aprendidas durante mi carrera.

Lo que más me gustó de este PAP, fue el trabajo en campo que realizamos en Temacapulín, donde hicimos un par de entrevistas, en el que estas personas nos comentaron sobre la problemática que enfrentaron por más de 10 años, lo que me llevó a reflexionar de cómo las decisiones centralizadas muchas veces ignoran las voces locales.

Erick Pacheco Parra:

Mi experiencia del PAP fue muy grata, aprendí a construir mapas utilizando la plataforma de QGIS, además de conocer más a profundidad sobre la formación de mapas, sus elementos y sus diferentes funcionalidades. Al principio no tenía ninguna idea de cómo leer un mapa, después de este PAP, podría considerarme una persona apta para interpretar un mapa.

A lo largo del PAP, pude relacionarme con varios individuos que han hecho de esta experiencia algo sensacional e interesante. Los profesores me han llenado de conocimiento haciendo que disfrute de todas las clases tomando en cuenta que son en día de descanso, gracias a ellos me daba la fuerza de levantarme cada sábado.

Lo que más me gustó de este proyecto, fue el día que tuvimos una salida de campo a “Temacapulín”, ese día me pareció muy enriquecedor, ya que conocimos un par de personas que nos sensibilizaron con la situación del lugar donde viven y nos contaron su historia de vida. Este día tuve una visión más amplia sobre nuestro país y cómo el gobierno hace lo que sea, sin importarle la gente, con tal de obtener lo que ellos quieren.

Gustavo Guevara López:

Durante el PAP de análisis de datos “Agua Cómo Vamos”, aprendí muchas cosas nuevas que podrían ser de mucha utilidad en el futuro. Antes que nada, obtener imágenes de ciertos lugares de interés por medio de Google Earth Engine con ayuda de la teledetección para después poder analizarlas de mejor manera dentro de la herramienta QGIS.

Además, la visita de campo que se llevó a cabo a Temacapulín fue muy enriquecedora, vimos desde el punto de vista de otras personas la manera en la que afrontan el problema, se vio de manera presencial todos los ángulos del conflicto, qué es lo que se iba a ver afectado y hasta donde pudo haber perjudicado dicha presa.

Xander Gallegos Velica:

Este proyecto me brindó la oportunidad de aprender y aplicar herramientas fundamentales, como el análisis de datos geoespaciales, la teledetección y modelos de visión por computadora. Sin embargo, considero que el aspecto más significativo fue el análisis social en torno al problema del desabasto y la distribución del agua en Jalisco.

Las perspectivas, experiencias y conocimientos compartidos por mis compañeros de proyecto, los profesores PAP y los expertos con quienes tuvimos la oportunidad de conversar enriquecieron enormemente esta experiencia. Esta interacción no solo amplió mi comprensión técnica, sino que también me permitió reflexionar sobre las dimensiones sociales, políticas y culturales de los problemas que abordamos.

Esta experiencia establece una base sólida para aplicar las herramientas aprendidas en otros contextos, teniendo siempre en cuenta las implicaciones más amplias que pueden tener las soluciones propuestas.

Carlos Fernando Zamora Carrillo:

Me gustó mi participación en el PAP además de que se le dio un enfoque social, comunitario lo que cuál hace que las cosas tengan un fin visible en la mayoría de los casos.

Los profesores siempre tuvieron la disposición de ayudar demostrando sus conocimientos y compartiéndolos, en especial me quedó con el uso de QGIS y de Tableau que van a servir como nuevas herramientas y que seguramente me serán útiles el día de mañana.

Creo que como a la mayoría de mis compañeros la visita a Temacapulín fue uno de los momentos más destacables por lo que implica una visita de campo de esta índole y la convivencia de los compañeros y maestros. Además de la charla con los habitantes que te ayuda a ponerte en los zapatos de ellos y de su situación.

Este es un tema que desafortunadamente da para mucho debido a la sensibilidad de este, el haber participado en este PAP me ayudará a concientizar y ver el tema del agua desde una nueva perspectiva referente a su cuidado.

Enzo Uriel Sánchez Figueroa:

Mi experiencia en este PAP estuvo marcada por el trabajo interdisciplinario y el aprendizaje de metodologías, estrategias y herramientas de sumo interés y potencial de aplicación en una gran diversidad de contextos.

Desarrollar las actividades de aprendizaje a la par de los profesores e instructores me hizo comprender un panorama más amplio del uso de las herramientas, para entender sus implicaciones cuando finalmente fueron aplicadas en la distribución del trabajo dentro de los subgrupos, así como la posterior redacción asociada.

La experiencia en campo también fue una cuestión invaluable. Conocer las perspectivas de las víctimas principales de todos los años de conflicto y lucha fue sumamente nutritivo de manera profesional y personal, aportando a la experiencia y sensibilidad sobre el tema y el enfoque de los análisis una vez situados en contexto. Son un cúmulo de experiencias que agradezco y me llevo para la vida.

Luis Tristán Franco Valdivia:

El Proyecto *Agua ¿Cómo vamos? III* generó un espacio de intercambio de ideas y conocimientos entre diferentes perfiles académicos para analizar en conjunto una problemática de la vida real. En lo personal, resultó fructífero conocer herramientas y metodologías estudiadas desde otras ingenierías ya que adquirí nuevas técnicas de análisis de datos, así como recursos más accesibles para el desarrollo de datos geoespaciales. Fue el caso de los modelos de predicción SARIMAX y la utilización del software QGIS, respectivamente.

Además, se destaca el compromiso y la ambición de este PAP al no limitar sus objetivos en un proyecto de investigación y de trabajo de gabinete, sino que también se planificaron actividades en campo para sensibilizar y corroborar los hallazgos determinados desde el aula y espacios académicos. Como alumno de Ingeniería Ambiental, entrevistar a personas afectadas por la construcción de la Presa El Zapotillo representó un gran antecedente en mi comprensión y análisis profesional de los conflictos socioambientales.



5. Bibliografía

- Báez, M. (2023). El Zapotillo. La plenitud neoliberal en la política hidráulica mexicana. 2.8. Las promesas y el “estira y afloja” para apuntalar El Zapotillo. p. 66. Consultado en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/864628/Libro-El-Zapotillo.pdf>
- Caire Martínez, Georgina. (2005). Conflictos por el agua en la Cuenca Lerma-Chapala, 1996-2002. *Región y sociedad*, 17(34), 73-125. Recuperado en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252005000300003&lng=es&tlng=es.
- Cajero, L. (2008). Pese a reubicación digna, se manifiestan contra El Zapotillo. Recuperado de: <https://www.informador.mx/Jalisco/Pese-a-reubicacion-digna-se-manifiestan-contr-a-El-Zapotillo-20081120-0152.html>
- CONAGUA. (2012). PROYECTO “EL ZAPOTILLO” PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA A LOS ALTOS DE JALISCO, LEÓN, GTO., Y ZONA CONURBADA DE GUADALAJARA. Consultado en: https://www.ceajalisco.gob.mx/sites/MicrositioCAA/docs/2012/16_zapotillo_juan_san_elias_cna.pdf
- Copitzky, A. (2018). LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSTRUCCIÓN DE PRESAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA. *Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública* Departamento de Gestión Pública y Departamento de Estudios Políticos y de Gobierno Volumen VII, número 1, enero-junio 2018 Pp. 57-78. Consultado en <file:///C:/Users/franc/Downloads/Dialnet-LasPoliticasyPublicasDeConstruccionDePresasParaElAb-6941566.pdf>
- De Loza, I. (2021). Con gabinete entero, AMLO regresará en un mes a Temaca a cerrar acuerdo por El Zapotillo. Consultado en: <https://udgtv.com/noticias/con-gabinete-entero-amlo-regresara-en-un-mes-a-temaca-a-cerrar-acuerdo-por-el-zapotillo/37821>

Durán J., Juan M.; Torres R, Alicia Crisis ambiental en el lago de Chapala y el abastecimiento para Guadalajara e-Gnosis, núm. 1, 2003, p. 0 Universidad de Guadalajara. Recuperado en <https://www.redalyc.org/pdf/730/73000106.pdf>

EL INFORMADOR. (2009). Ya hay constructor para El Zapotillo. Consultado de: <https://www.informador.mx/Jalisco/Ya-hay-constructor-para-El-Zapotillo-20090915-0271.html>

EL INFORMADOR. (2010). Alcalde de Cañadas de Obregón reitera apoyo a Temaca. Recuperado de: <https://www.informador.mx/Jalisco/Alcalde-de-Canadas-de-Obregon-reitera-apoyo-a-Temaca-20100427-0090.html>

EL INFORMADOR. (2013). Temacapulín no se inunda: Aristóteles. Obtenido en: <https://www.informador.mx/Jalisco/Temacapulin-no-se-inunda-Aristoteles-20130129-0087.html>

EL INFORMADOR. (2024). Presa El Zapotillo es inaugurada tras 15 años de conflicto. Obtenido en: <https://www.informador.mx/Presa-El-Zapotillo-es-inaugurada-tras-15-anos-de-conflicto-l202408180001.html>

Elizondo, E. (2024). ¿De dónde se abastece Guadalajara de agua?. Consultado en: <https://www.informador.mx/jalisco/Agua-De-donde-se-abastece-Guadalajara-20240623-0082.html>

Figueroa, F. (2015). New Environmental Citizenship in Mexico. *An exploration of Temacapulin's resistance to the Zapotillo dam*. p. 84. Consultado de: https://www.figueroa-neri.net/publications/FFN_2015_EnvCitizenshipMex_PhD_Thesis.pdf

Hernández López, José de Jesús; Casillas Báez, Miguel Ángel. (2008). LA PRESA QUE SE LLENÓ DE ENGAÑOS: EL CASO DE SAN NICOLÁS, JALISCO. RESPUESTA REGIONAL A LOS PROYECTOS ESTATALES DE TRASVASES Relaciones. Estudios de historia y sociedad, vol. XXIX, núm.

116, 2008, pp. 23-62 El Colegio de Michoacán, A.C Zamora, México.
Consultado en <https://www.redalyc.org/pdf/137/13711161002.pdf>

Ibarra, J. (2021). "La escasez del agua en el Área Metropolitana de Guadalajara es alarmante y las soluciones gubernamentales sólo han sido reactivas". Consultado en: <https://www.zonadocs.mx/2021/03/24/la-escasez-del-agua-en-el-area-metropolitana-de-guadalajara-es-alarante-y-las-soluciones-gubernamentales-solo-han-sido-reativas/>

ITESO. (s.f.). 1er Foro SEA del Seminario Permanente en Estudios del Agua. Recuperado de: <https://www.iteso.mx/web/agenda/detalleevento?id=2813#:~:text=El%20Seminario%20Permanente%20en%20Estudios,a%20nivel%20regional%20y%20nacional.>

ITESO. (2024). SEA. Seminario Permanente en Estudios del Agua ITESO. *Semáforo del Agua en el AMG*. Consultado en: <https://seminarioagua.iteso.mx/#v-pills-3>

Jiménez, B. y Meléndez, V. (2021). Destroban El Zapotillo. Consultado en: <https://www.heraldo.mx/destroban-el-zapotillo/>

LABCSA (2024). León sigue teniendo derecho al agua del Zapotillo. Obtenido en: <https://labcsa.org/2024/04/18/leon-sigue-teniendo-derecho-al-agua-del-zapotillo/>

Marlo, M. (2021). Presa Calderón, otra historia de despojo por el agua. ZonaDocs: Periodismo de resistencia. Consultado en <https://www.zonadocs.mx/2021/03/13/presa-calderon-otra-historia-de-despojo-por-el-agua/>

Martínez, C. (2021). La crisis del agua en Guadalajara. Pie de Página. Consultado en: <https://piedepagina.mx/la-tesis-del-agua-en-guadalajara/>

- Pacheco Vega, R. (2017). El megaproyecto de la presa El Zapotillo como nodo centrodial de conflicto intratable. Un análisis desde la ecología política. Obtenido en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-05652017000200193&script=sci_arttext
- Pérez Peña, O. y Torres González, G. (2021). La insaciable sed de agua de la zona metropolitana de Guadalajara. Consultado en: <https://rei.iteso.mx/server/api/core/bitstreams/70423ed0-ea22-45d6-88c3-ee14f31e5253/content>
- Sánchez, J. (2021). La gestión como origen del problema y oportunidad de solución ante la escasez de agua en el Área Metropolitana de Guadalajara, México. Josué Daniel Sánchez Tapetillo. Consultado en: <https://jsancheztapetillo.wordpress.com/2021/03/16/la-gestion-como-origen-del-problema-y-oportunidad-de-solucion-ante-la-escasez-de-agua-en-el-area-metropolitana-de-guadalajara-mexico/>
- Tagle Zamora, D. (2023). Presa El Zapotillo: una discusión de su pertinencia para León, Guanajuato, a una década del conflicto por el agua. Estudios Demográficos y Urbanos vol. 38, núm. 1 (112), enero-abril, 2023, pp. 247-282 ISSN 0186-7210; e ISSN 2448-6515; <http://dx.doi.org/10.24201/edu.v38i1.2086>
- Torres, R. (2019). Celebran pausa en obra de la presa de El Zapotillo. Obtenido en: <https://www.eluniversal.com.mx/estados/celebran-pausa-en-obra-de-la-presa-el-zapotillo/>
- Toledo, U. (2024). AMLO inaugura acueducto El Salto-La Red-Calderón; no le faltará agua a Guadalajara. Telediario México. <https://www.telediario.mx/comunidad/amlo-inaugura-acueducto-salto-la-red-calderon-jalisco>
- Valdivia Alcalá, Ramón, Delgadillo Vázquez, Marco Antonio, Sangerman-Jarquín, Dora Ma., Hernández Ortiz, Juan, Sandoval Romero, Fermín, & Garay Jácome, Ángeles Suhgey. (2022). Valoración económica de la calidad del

agua potable en León, Guanajuato. Revista mexicana de ciencias agrícolas,
13(3), 527-538. Epub 08 de agosto de
2022.<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.3168>