Tecnológico de Monterrey

LICITACIÓN PÚBLICA LOCAL 017/2020

ADQUISICIÓN DE PROYECTO DEL PLAN MAESTRO DE LA CUENCA ENDORREICA DE ZAPOTLÁN EL GRANDE"

ANEXO 1

PROPUESTA TÉCNICA

1. ANTECEDENTES

La cuenca del lago de Zapotlán se ubica en la parte sur del estado de Jalisco, México, entre 19°34' y 19°53' de latitud norte y 103°24' y 103°38' de longitud oeste (Figura 1). La cuenca tiene una superficie de 455 km^2 con una longitud máxima (NE-SO) de 39,5 km y una anchura máxima de 23,1 km. El lago de Zapotlán está comprendio dentro de los municipios de Zapotlán el Grande y Gómez Farías. Estos municipios tienen una población total de alrededor de 120,000 habitantes (IIEG, 2018a, 2018b). Aproximadamente el 25% del área total del Parque Nacional "Nevado de Colima" se encuentra dentro de esta cuenca. Una característica importante de la cuenca es que es endorreica, sin salida natural.

La vida silvestre en las estructuras de relieve circundantes está dominada por diversas especies de aves y mamíferos, algunas de las cuales ahora se consideran en peligro de extinción debido a la deforestación y la pérdida de hábitat (Shear y de Anda, 2009). El lago Zapotlán, ubicado en la parte sur de la cuenca, es refugio de más de 25,000 aves acuáticas migratorias, debido en gran medida a la presencia del tule (*Typha latifolia*) que en la actualidad cubre alrededor del 25% de la superficie del lago (Ortiz-Jiménez et al., 2005, 2006, 2007). Se han documentado más de 60 especies diferentes de aves acuáticas endémicas y migratorias en la cuenca del lago (SISR, 2020).

La cuenca del lago Zapotlán también es importante para la economía local. La segunda ciudad más grande del estado de Jalisco, Ciudad Guzmán, se encuentra dentro de la cuenca. La ciudad es la capital del municipio de Zapotlán el Grande y tiene un incremento poblacional anual de alrededor de 0.8%, algo menor que la tasa de crecimiento promedio estatal y nacional de 1.1 % y 1,2%, respectivamente (INEGI 2020).

Los censos económicos 2014, registraron que, en el municipio de Zapotlán el Grande, los tres subsectores más importantes en la generación de valor agregado censal bruto fueron: Industria alimentaria; Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y Comercio al por mayor de abarrotes, que generaron en conjunto el 71.55% del total del valor agregado censal bruto registrado en el municipio (IIEG, 2018b).

En los últimos 15 años, la cuenca de Zapotlán el Grande dejó de ser caracterizada por la agricultura de temporal y poco riego que prevalecía para convertirse en una región con una actividad agroindustrial y de agricultura frutícola intensiva y actualmente se perfila ya como una de las zonas de producción agroalimentaria más importantes de Jalisco. y de comercio internacional en el abasto de aguacate, y berries.

La cuenca se localiza en medio de dos polos importantes de comercio, la zona metropolitana de Guadalajara y el Puerto de Manzanillo, que es uno de los más importantes de la cuenca del pacifico y es la puerta de intercambio de mercancías con Asia, en particular con China, Japón y Corea del Sur.

La actual actividad económica del lago se basa en la producción pesquera de dos principales especies no autóctonas introducidas: carpa (*Cyprinus carpio*) (68%) y tilapia (Tilapia sp.) (32%), ambas muy valoradas. para cosecha comercial (Greenberg et al, 2008). A pesar del aumento del esfuerzo pesquero, en 2002 se había producido una reducción significativa de las capturas del 50% en comparación con los datos de 1998. Es de destacar el aumento significativo de las capturas en 2006, probablemente como resultado de una mayor población de peces juveniles. Otra fuente importante de ingresos para la economía local es la producción de artesanías con hojas de totora común (*Typha latifolia*), para producir cestas tejidas, sillas y tapetes que se comercializan en la región (Shear y de Anda, 2009).

La cuenca cuenta con varias áreas recreativas potencialmente atractivas aptas para deportes acuáticos, pesca y ecoturismo, las cuales podrían ser desarrolladas para el turismo de los habitantes del Área Metropolitana de la Ciudad de Guadalajara, capital del estado de Jalisco, con poco más de 5 millones de habitantes y representando 61.4% de la población total del estado de Jalisco (IIEG 2017). La ciudad está ubicada a solo 100 km al norte de la cuenca, y se puede llegar al lago desde Guadalajara en 1 h en auto.

Existen varios planes de desarrollo económico inéditos en la cuenca del lago Zapotlán. Shear y de Anda (2009) han revisado estos planes y han descubierto que han cambiado con cada administración municipal entrante. Los planes están fragmentados en el sentido de que no hay un conjunto de objetivos generales para la cuenca; no hay una visión a largo plazo de lo que la cuenca y su población y recursos pueden sostener. Además, existe escasa consideración por la protección o restauración del medio ambiente en ninguno de estos planes.

De acuerdo con la información antecedente es necesario desarrollar un conjunto de indicadores que podrían jugar un papel importante en la orientación del desarrollo, implementación y perfeccionamiento del plan, así como que éstos apoyen como una herramienta de comunicación para el público (Shear y de Anda, 2009). Uno de los objetivos relevantes de esta propuesta es desarrollar un conjunto de indicadores socioeconómicos y ambientales del ecosistema y que estos indicadores sirvieran como una herramienta de comunicación y como un marco para la planificación local hacia un plan sustentable de largo plazo para la cuenca.

2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

En la cuenca endorreica de Zapotlán ha habido una marcada degradación de sus recursos naturales manifiesto principalmente en la pérdida de la masa forestal, degradación de los suelos, contaminación del agua del lago, pérdida de su belleza escénica. La descarga de aguas residuales municipales esencialmente sin tratar de las poblaciones cercanas, la construcción de carreteras municipales que cruzan el lago, la deforestación y la escorrentía de desechos orgánicos y lixiviados de numerosas granjas son algunas fuentes potenciales de degradación de la calidad del agua del lago.

Estos procesos han provocado un aumento en la concentración de nutrientes en el lago y arrastre de sedimentos lo que ha resultado en una abundancia de vegetación acuática enraizada y flotante conocida como el tule (*Typha latifolia*) y el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). También ha habido frecuentes floraciones de algas verdes y presencia de patógenos en el agua (Greenberg et al., 2008; Díaz-Torres et al., 2020).

3. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un Plan Maestro para la cuenca de Zapotlán, con acciones puntuales para el mejoramiento y saneamiento del lago "Laguna de Zapotlán" el Grande mediante el diagnóstico con visión de cuenca de los impactos de las actividades económicas y condiciones ambientales existentes, así como de la política pública en materia de desarrollo territorial

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Elaborar un diagnóstico territorial de la Laguna de Zapotlán con visión de Cuenca para identificar la distribución del territorio, así como, las actividades económicas y condiciones ambientales.

b) Generar como instrumento de implementación una Agenda Territorial en la cual coadyuvar las acciones de los proyectos, programas y agendas sectoriales para el mejoramiento y saneamiento de la Laguna de Zapotlán el Grande.

c) Desarrollar un banco de proyectos que permita la identificación de acciones puntuales para el saneamiento y manejo sustentable de la Laguna Zapotlán el Grande a largo plazo.

5. CONTENIDO Y METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA

5.1. Introducción

En este capítulo del plan de manejo se explicarán los objetivos, alcances y la estructura del plan maestro para el manejo de la cuenca endorreica de Zapotlán el grande. Con base en este capítulo, y todos los capítulos posteriores, se elaborarán el plan y programas de manejo del lago con visión de cuenca de Zapotlán el Grande

5.2. Procesos naturales de la cuenca

En este capítulo se detallarán los elementos abióticos de la cuenca cuyo entendimiento es la base para comprender la condición natural de la cuenca, así como los procesos que inciden en el balance hídrico de la cuenca, y en la calidad del agua del lago.

Las secciones de este capítulo se integrarán y se analizarán en conjunto para la caracterización del medio físico que es información base para el manejo sustentable de la cuenca.

La información se integrará desde diferentes bases de datos oficiales a nivel federal, estatal y municipal y de la literatura académica, incluyendo reportes técnicos y artículos científicos en revistas indizadas. Asimismo, se llevarán a cabo entrevistas y consultas con funcionarios públicos y académicos que resulten prioritarios. Los temas que se tiene considerados en este capítulo del plan son:

- Localización de la cuenca
- Descripción de la cuenca
- Clima
- Fisiografía
- Suelo
- Geología
- Hidrología

5.3. Biodiversidad en la cuenca

En este capítulo se presentará una caracterización de los elementos bióticos de la cuenca incluyendo secciones para la flora, la vegetación hidrófila, la fauna y las aves acuáticas del lago. Estos son elementos distintivos y bioindicadores de la salud ambiental de la cuenca y, por lo tanto, se analizará su interrelación con el medio físico y su importancia en el manejo sustentable de la cuenca.

La información se integrará haciendo uso de diferentes bases de datos oficiales a nivel federal, estatal y municipal y de la literatura académica, incluyendo reportes

técnicos y artículos científicos en revistas indizadas entre otras. Asimismo, se llevarán a cabo entrevistas y consultas con funcionarios públicos y académicos que resulten prioritarios.

- Flora
- Vegetación Hidrófila
- Fauna
- Aves acuáticas del lago

5.4. Características morfométricas

En este capítulo se detallarán las características morfométricas de la cuenca y del lago, que son la base para el desarrollo del balance hídrico de la cuenca. También es la base para comprender las rutas de transporte de los contaminantes que afectan la calidad del agua del lago.

La información se integrará desde diferentes bases de datos oficiales a nivel federal, estatal y municipal y de la literatura académica, incluyendo reportes técnicos y artículos científicos en revistas indizadas. Asimismo, se llevarán a cabo entrevistas y consultas con funcionarios públicos y académicos que resulten prioritarios.

- Características morfométricas de la cuenca
- Número de orden de las corrientes fluviales de la cuenca
- Afluentes principales
- Perfiles longitud del río
- Perfil transversal
- Características morfométricas de la "Laguna de Zapotlán".

5.5. Balance hídrico de la cuenca

En este capítulo del plan se busca presentar un análisis integral del sistema hidrológico que permita comprender su escenario actual y sus tendencias futuras, y de cantidad y calidad del agua, con el propósito de que sea aplicado posteriormente para la toma de decisiones y como herramienta para la gestión integral del agua en la cuenca.

La información se generará haciendo uso de herramientas avanzadas de software como el *Watershed Modeling System* (WMS, 2020). Adicionalmente se recurrirá a bases de datos oficiales de la CONAGUA para la estimación del balance hidrológico de la cuenca.

- Paisajes hidrológicos
- Pendiente de la cuenca
- Precipitación pluvial
- Evapotranspiración
- Escorrentía
- Índice topográfico de humedad

- Variación en los niveles de almacenamiento en el lago
- Extracción del agua superficial
- Extracción del agua subterránea
- Ecuación de balance
- Resultados

5.6. Situación social de la cuenca

En el presente capítulo se describirán y analizarán los aspectos poblacionales y sociales que inciden en las características de la cuenca como el crecimiento poblacional y el desarrollo urbano de las comunidades dentro de la cuenca.

Se utilizará la información disponible correspondiente a históricos poblacionales y censos para generar modelos de crecimiento poblacional y analizar tanto la situación actual como la proyectada para la cuenca en cuanto a parámetros poblacionales y sociales como la urbanización, la migración y el desarrollo económico entre otros.

- Dinámica de la población
- Migración
- Urbanización
- Desarrollo económico

5.7. Actividades productivas

Las actividades productivas y sus procesos de producción inciden directamente en el balance hídrico y calidad de agua de la cuenca. En este capítulo se generarán mapas para analizar la influencia de las actividades productivas localizadas en el interior de la cuenca sobre la misma. La información correspondiente a las actividades productivas presentes en la cuenca se obtendrá de distintas bases de datos según la categoría de actividad productiva. Se generará una base de datos unificada de actividades productivas que integre los datos recopilados de múltiples fuentes con el fin de integrarse en un sistema de información geográfica. Con base en lo reportado en la literatura académica se analizará el potencial impacto de las actividades predominantes en la cuenca.

- Dinámica económica
- Actividad industrial
- Sistemas de producción agropecuaria
- Actividades piscícolas
- Recreación y turismo
- Usos consuntivos del agua superficial y subterránea

5.8. Gestión del agua en la cuenca

El lago Zapotlán ha sufrido importantes desequilibrios hidrológicos en los últimos años, debido al incremento de la población urbana e importantes cambios en el

uso del suelo en la cuenca en favor de la agricultura, lo cual se ha manifestado en una visible degradación de los suelos, pérdida de la masa forestal y en la pérdida de la belleza escénica del lago debido a la disminución de los volúmenes de captación, eutrofización y contaminación debido a descargas de aguas residuales crudas o tratadas de forma limitada (Greenberg et al., 2008; Díaz-Torres et al., 2020). Estas actividades tienden a poner en riesgo la sustentabilidad económica y ecológica de la cuenca y el lago como ecosistema.

En este capítulo se describirán los elementos clave relacionados con la gestión de la cantidad y calidad de agua en la cuenca. La información se integrará desde diferentes bases de datos oficiales a nivel federal, estatal y municipal y de la literatura académica, incluyendo reportes técnicos y artículos científicos en revistas indizadas. Asimismo, se llevarán a cabo entrevistas y consultas con funcionarios públicos y académicos que resulten prioritarios.

Se revisarán bases históricas resultantes del monitoreo de calidad del agua realizado por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco. Se analizarán tendencias espaciales y temporales mediante métodos multivariados que permitirán evaluar el impacto relativo de diferentes fuentes de contaminación puntuales y difusas en la calidad y cantidad del agua. También permitirán comprender la influencia del sistema hidrológico en el transporte de contaminantes y su impacto en la calidad del agua del lago.

- Marco institucional del agua
- Declaratoria del sitio Ramsar
- Reglas para la asignación del agua
- Participantes de la sociedad civil
- Infraestructura de saneamiento
- Calidad del agua
- Parámetros fisicoquímicos
- Metales pesados
- Plaguicidas

5.9. Gestión de los recursos naturales

Se revisarán los documentos antecedentes tanto oficiales como los generados por la academia sobre la gestión de los recursos naturales de la cuenca considerando entre otros:

- Marco legal para la gestión de los recursos naturales
- Relaciones intergubernamentales en la gestión de los recursos naturales
- Conflictos derivados de la sobreexplotación de los recursos

5.10. Condición socioambiental de la cuenca

En este capítulo se analizará el estado actual y las variaciones temporales en la distribución del uso de suelo, la vegetación y la degradación de suelos dentro de

la cuenca. Se analizará y se caracterizará espacialmente la presencia de posibles fuentes de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, así como infraestructura que tenga el potencial de impactar en las características hídricas de la cuenca con base en lo reportado en la literatura académica, reportes técnicos y bases de datos municipales, estatales y federales.

- Vegetación y uso de suelo
- Cambios en el uso de suelo
- Degradación de suelos
- Fuentes potenciales de contaminación del agua superficial y subterránea
- Presas y bordos

5.11. Plan de manejo sustentable de la cuenca

En este capítulo se presentará un programa integral de manejo de la cuenca con fines a su conservación y aprovechamiento sostenible. Para el desarrollo y validación de este capítulo del plan, se realizará un grupo focal en modalidad virtual con funcionarios públicos, académicos y representantes de la sociedad. En dicho taller se presentarán los resultados más significativos de los capítulos anteriores, y una propuesta inicial del plan de manejo sustentable de la cuenca, incluyendo los objetivos, las metas, los indicadores de sustentabilidad y las prácticas de manejo. Sin embargo, el taller pretende generar un proceso participativo para el desarrollo y validación de los elementos de este plan de manejo.

Se hará uso de la metodología basada en indicadores de Presión-Estado, Respuesta desarrollada por la OECD (2003) para la identificación de los indicadores de sustentabilidad propios de la cuenca.

- Visión
- Objetivo general
- Objetivos particulares
- Metas
- Identificación de los principales problemas
- Desarrollo de indicadores ambientales
- Identificación de las mejores prácticas de manejo

5.12. Desarrollo de un plan de implementación

En este capítulo se presentará un plan de implementación del plan maestro para el manejo y recuperación ambiental de la cuenca. De manera similar a la metodología propuesta para el capítulo anterior, para el desarrollo y validación de este capítulo, se realizará un grupo focal en modalidad virtual con funcionarios públicos, académicos y representantes de la sociedad. En dicho taller se presentará una propuesta inicial del plan de implementación, los principales hitos, criterios para medir el progreso, el programa de monitoreo, y

el plan de información y educación. Sin embargo, el taller pretende generar un proceso participativo para el desarrollo y validación de los elementos de este plan de implementación.

- Desarrollo del programa para implementar el plan
- Identificar los principales hitos
- Establecer criterios para medir el progreso del plan
- Programa de monitoreo
- Plan de información y educación

En todas las secciones del plan maestro se presentará la descripción, las bases de datos y los modelos utilizados para su construcción, incluyendo sus reglas de decisión y las variables utilizadas, Además de su presentación cartográfica y sus metadatos correspondientes. La escala de trabajo recomendada relativa a la parte ambiental es de 1:50,000. Los mapas estarán integrados en un Sistema de Información Geográfica. Cada mapa incluirá su metadato de acuerdo con la Guía Metodológica para la Generación e Integración de Metadatos Geográficos conforme a la Norma Técnica para la elaboración de Metadatos Geográficos (NTM). Los mapas resultantes de cada una de las etapas estarán debidamente georreferenciados en la proyección UTM WGS84, en formato vectorial (shapefile), con la topología debidamente construida. Además, se entregarán en imagen (JPG, TIFF) siguiendo el formato y criterios de impresión del INEGI. Los mapas serán integrados en los capítulos junto con la síntesis de los resultados obtenidos.

En todo el documento se manejarán los lineamientos editoriales exigidos en las bases y de la cartografía.

Al final del documento se incluirá un capítulo de conclusiones, perspectivas y recomendaciones.

6. PROYECTOS QUE INTEGRAN EL PLAN

Se presentará un banco de proyectos para la ejecución del plan de manejo y asimismo se proveerá de información sobre las fuentes de financiamiento a las que puede recurrirse para la ejecución de cada uno de los proyectos propuestos.

7. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo que se ha constituido para dar atención a esta licitación está integrado por expertos en diferentes campos de la ciencia y la tecnología relacionada con el análisis territorial, manejo sustentable de los recursos naturales y saneamiento de cuencas hidrográficas. Adicionalmente sus integrantes cuentan con contribuciones científicas relevantes a nivel internacional sobre el lago de Zapotlán y su cuenca (ver la sección de Referencias de este documento).

Dr. José de Anda Sánchez

Desde el año 1994, el Dr. José de Anda Sánchez es investigador de la Unidad de Tecnología Ambiental del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ) Cuenta con Doctorado en Ciencias de la Tierra por la UNAM, Maestría en Ingeniería Química por la UAM-Izatapalapa y Licenciatura en Ingeniería Química por al Universidad de Guadalajara. Ha realizado estancias de investigación en el Instituto Tecnológico de Israel (Technion), Universidad de Toronto (Mississauga, Canadá), Universidad Brigham Young (Utah, USA), Instituto de Hidrología y Protección de Aguas en la Universidad Técnica Brausnchweig (Alemania,), Ministerio de Medio Ambiente de Canadá, (Toronto, Canadá), y en el Instituto de Química Técnica de la Universidad Friedrich-Alexander (Erlangen-Nürnberg, Alemania). En el periodo 2009 al 2014 tuvo a cargo la Dirección General del CIATEJ. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Sus líneas de investigación son: Limnología, hidrología superficial, seguridad hídrica, métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales, y manejo sustentable de recursos hídricos. Desde el año 1996 es profesor titular del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). Su producción científica comprende 47 publicaciones con arbitraje internacional, 20 capítulos de libros, 1 Atlas Ambiental, 2 libros, 20 ponencias presentadas en congresos, 73 conferencias nacionales y 8 internacionales. Sus trabajos han sido mencionados en 992 citas internacionales de acuerdo con el Google Scholar Citation con un índice *h* de 17.

Dra. Carolina Senés Guerrero (Coordinadora)

Químico Bacteriólogo Parasitólogo por la UANL. Maestra en Ciencias con especialidad en Biotecnología por el Tecnológico de Monterrey. Doctora en Biología por la Universidad Ludwig-Maximilians en Múnich, Alemania. Actualmente, Directora del Departamento de Bioingenierías en la zona Occidente del Tecnológico de Monterrey, además es profesor-investigador. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores en nivel 1 (Scopus *h-index* 9). Su área de especialidad es en ecología microbiana utilizando técnicas de secuenciación masiva. Además, ha participado en diversos proyectos de evaluación ambiental (Díaz-Vázquez et al., 2019; Sillas-Moreno et al., 2019; Senés-Guerrero et al., 2019).

Dr. Harvey Shear

El Dr. Shear es profesor en el Departamento de Geografía, Geomática y Medio Ambiente de la Universidad de Toronto en Mississauga. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Londres (Reino Unido) en Ecología de Aguas Continentales y su maestría en botánica en la Universidad de Toronto.

El profesor Shear imparte cuatro cursos de licenciatura sobre 1) recursos mundiales de agua dulce, 2) ecología - economía, 3) los Grandes Lagos y 4) un curso de campo sobre sostenibilidad del agua dulce, así como 5) ser co-instructor de curso para la

pasantía de Medio Ambiente y Geografía programa. Imparte un curso básico sobre Ciencia de los Ecosistemas en la Maestría en Ciencia en Gestión de la Sostenibilidad. Ha publicado numerosos artículos científicos sobre ecología y manejo acuático, sobre indicadores ecológicos y de sostenibilidad para los Grandes Lagos, y sobre el régimen hidrológico y de nutrientes en el lago Chapala, el lago más grande de México, así como en el lago Zapotlán. Desarrolló un conjunto de indicadores de sostenibilidad para la ciudad de Oakville, Ontario, como parte de su Plan Estratégico Ambiental. Estos indicadores ahora forman parte del Informe del Estado del Medio Ambiente de Oakville.

El profesor Shear ha formado parte de numerosos consejos y comités, entre ellos: Consejo de directores de investigación de los Grandes Lagos de la Comisión Conjunta Internacional, Junta Directiva, Sistema de Observación de los Grandes Lagos, Junta directiva, Citizens' Environment Watch, Comité Asesor del Plan Estratégico Ambiental del Pueblo de Oakville, presidente canadiense de la Conferencia Bienal sobre Ecosistemas del Estado de los Lagos (SOLEC) con USEPA. Además, tiene muchos años de experiencia en las siguientes áreas: Planeación ambiental, Coordinación de equipos de trabajo, Políticas públicas, Legislación, Ecosistemas y Biodiversidad.

Dr. Demetrio Meza Rodríguez

El Dr. Meza es profesor e investigador en el Centro Universitario de la Costa Sur (CuCostaSur) de la Universidad de Guadalajara (UdeG), cuenta con un Posdoctorado Vinculado al Fortalecimiento de la Calidad del Posgrado Nacional, en el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) durante el periodo 2018-2019. Posee un Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (2010-2014), tiene una Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales (2007-2009) y una Licenciatura en Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios (2001-2005) por la Universidad de Guadalajara. Ha realizado estancias de investigación en la Escuela de Ingenieros Forestales y del Medio Natural y en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) durante los años 2011,2013 y 2014. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel C. CVU CONACYT 239201. Por 17 años ha colaborado con distintos grupos multidisciplinarios e interdisciplinarios en la elaboración de más de 25 proyectos, destacan; el Proyecto Nacional Demandas Hidrológicas de los Ecosistemas Naturales en México: Fase 1, de la Red Mex-LTER, y del Programa Nacional de Reservas de Agua, en el 2015 fue responsable de la Integración del Sistema de Información Geográfica para la Caracterización y Diagnóstico del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Junta Intermunicipal del Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila y responsable de la Integración Digital para la Evaluación de Impacto Ambiental del Camino de Santa

Catarina de la Comunidad Wixarika en el Norte del Estado de Jalisco. Es miembro de la Red Temática de Gestión de la Calidad y Disponibilidad del Agua, de Red Temática Gestión e Investigación del Agua (ReTGIA) y de la Red Mexicana de Cuencas (REMEXCU). Profesor de las materias: Sistemas de Información Geográfica, Geografía Física, Conservación de Suelo y Agua, y Caudales Ecológicos en la Universidad de Guadalajara, y profesor de la materia Manejo Integral de Cuencas en los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias Ambientales de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

M. en C. Geog. Ricardo Garcia de Alba Garcia

Profesor Investigador titular, Licenciado en Geografía, Maestro en Ciencias en Medio Ambiente y Desarrollo Integrado, Especialidades: Detección y Control de la desertificación; PNUMA- IADIZA-Universidad de Cuyo Mendoza Argentina; Planificación para el Manejo de Áreas naturales y Protegidas; OEA-CATIE- Costa Rica. Jefe de departamento de Cs. Exactas y Metodológicas del Cusur, UdeG, Coordinador de Ingeniería en Geofísica, Cusur, U de G,Proyectos de investigación: Estudio Geográfico Cartográfico de los Municipios de Ciudad Guzmán y Valentín Gómez Farías, Jalisco; Reporte Geomorfológico de la Ciudad Universitaria de San Salvador, República el Salvador C.A; Análisis Geográfico Cartográfico para el Ordenamiento Territorial del Municipio de Zapopan, Jalisco; Ordenamiento Ecológico de la Frontera Norte IPN-PIMADI;. Ordenamiento Ecológico de la Región Zimapán, INE-CFE; Integrante del Consejo Técnico del Proyecto de Ordenamiento ecológico del Estado de Jalisco, de la Universidad de Guadalajara; Instructor del Curso Nacional de Ordenamiento Ecológico del Territorio. IPN-PIMADI-SEDESOL. Instructor del Módulo de Planificación Ambiental del Diplomado Internacional "Reservas Ecológicas Servicios de Adiestramiento" (RESERVA), Organizado por; Departament of Agriculture, U. S. Forestal Service, U. S. Fish & Wildlife Service, ITESM, SEDESOL, DUMAC, IWWR National Audubon Society.; Coordinador del curso Taller "La planificación, bases para la gestión ambiental" SEMARNAP Delegación Federal Colima Col; Organizador del Taller de capacitación y actualización para la Elaboración del "Ordenamiento Ecológico de Jalisco"; Evaluador del Estudio, Ordenamiento Ecológico de la Costa de Campeche, Banco Mundial-INE-SEDESOL-PESCA.; Miembro del grupo de Estudio, Ordenamiento Ecológico de la Frontera Norte, IPN- INE-SEDESOL-BM; Miembro del Grupo de Estudio, Ordenamiento Ecológico de la Región de Zimapán, Hgo-Qro. SEDESOL-INE-CFE; Miembro del Grupo Coordinador del Estudio, "Ordenamiento Ecológico del Estado de Jalisco. U de G, Gob. del Estado, SEMARNAP.; Profesor de, Cartografía, Estudios del Medio Ambiente, Impacto Ambiental, Interpretación Cartográfica, Geología, Meteorología, Fenómenos Perturbadores, Manejo de Residuos Peligrosos, Manejo de Residuos Domésticos, en la Universidad de Guadalajara, Tecnológico de Ciudad Guzmán, UPN.

Ing. Diego Díaz Vázquez

Ingeniero en biotecnología con especialidad en bioprocesos por parte del Tecnológico de Monterrey Campus Guadalajara. Cuenta con 2 publicaciones con arbitraje internacional relacionadas en sistemas de gestión y aprovechamiento de residuos de manejo especial (Díaz-Vázquez et al., 2020) así como el desarrollo de índices de calidad de agua específicos para cuerpos de agua subtropicales (Gradilla-Hernández et al., 2020). Ha participado en proyectos de consultoría para el Grupo Aeroportuario del Pacifico, la Cámara Nacional de la Industria Tequilera, entre otras empresas y asociaciones. Cuenta con experiencia en el manejo y desarrollo de sistemas de información geográfica aplicado al mapeo de actividades productivas con posible impacto ambiental en cuencas de interés. Cuenta con experiencia en el diseño y realización de muestreos en cuerpos de agua, así como en el manejo de equipos especializados para la evaluación de la calidad de agua.

8. REFERENCIAS

Díaz-Torres, O., Lugo-Melchor, O. Y.*, de Anda-Sánchez, J.*, Gradilla-Hernández, M. S., Amézquita-López, B. A., Meza-Rodríguez, D., 2020. Prevalence, distribution, and diversity of Salmonella strains isolated from a subtropical lake. *Frontiers in Microbiology*, 11:521146. doi: 10.3389/fmicb.2020.521146.

Díaz-Vázquez, D., Alvarado-Cummings, S. C., Meza-Rodríguez, D., Senés-Guerrero, C., de Anda, J., & Gradilla-Hernández, M. S., 2020. Evaluation of Biogas Potential from Livestock Manures and Multicriteria Site Selection for Centralized Anaerobic Digester Systems: The Case of Jalisco, México. *Sustainability*, *12*(9), 3527.

Garcia de Alba-García, R., 2007. *La actividad forestal en el sur de jalisco y su influencia en la generación de la problemática ambiental en la cuenca de Zapotlán.* Tesis de grado Instituto Politécnico Nacional, México D. F. Recuperado de https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/1419

Gradilla-Hernández, M. S., de Anda, J., Garcia-Gonzalez, A., Montes, C. Y., Barrios-Piña, H., Ruiz-Palomino, P., & Díaz-Vázquez, D. (2020). Assessment of the water quality of a subtropical lake using the NSF-WQI and a newly proposed ecosystem specific water quality index. *Environmental Monitoring and Assessment*, *192*, 1-19.

Greenberg, T., Shear H., de Anda-Sanchez, J., Ortiz-Jiménez, M. A. 2008. Preliminary Analysis of Water Pollution in a Small Lake in Western Mexico. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. ISSN 1743-3541. DOI: 10.2495/WP080021.

IIEG, 2017. Alcanza Área Metropolitana de Guadalajara los 5 millones de habitantes. Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, México.

Recuperado de https://iieg.gob.mx/strategos/alcanza-area-metropolitana-de-guadalajara-los-5-millones-de-habitantes/

IIEG, 2018a. Gómez Farías - Diagnóstico del Municipio. Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, México. https://iieg.gob.mx/contenido/Municipios/GomezFarias.pdf

IIEG, 2018b. Zapotlán El Grande - Diagnóstico del Municipio. Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, México. Recuperado de https://iieg.gob.mx/contenido/Municipios/ZapotlanElGrande.pdf

INEGI, 2020. México en cifras. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/

OECD, 2003. *OECD Environmental Indicators – Development, Measurement and Use*. Recuperado de http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf

Ortiz-Jiménez, M. A., de Anda, J.*, Shear, H., 2005. Hydrologic balance of Lake Zapotlan (Mexico). *Journal of Environmental Hydrology*, 13(5):1-12. ISSN: 10583912. Disponible en: http://hydroweb.com/jeh/jeh2005/deanda.pdf.

Ortiz-Jiménez, M. A., de Anda, J.*, Shear, H., 2006. Nutrients/food chain model for Lake Zapotlan (Mexico). *International Journal of River Basin Management*, 4(2):125-135. ISSN: 1571-5124 (Print), 1814-2060 (Online). DOI: http://dx.doi.org/10.1080/15715124.2006.9635282.

Ortiz-Jiménez, M. A., de Anda, J.*, 2007. Heat balance and water-nutrient food chain interactions in Lake Zapotlán, México. *Agrociencia*. 41(4): 447-458. ISSN 1405-3195. Disponible en: http://www.redalyc.org/html/302/30241408/ (Consultado el 17 de agosto, 2017).

SISR, 2020. Laguna de Zapotlán. Servicio de Información sobre Sitios Ramsar. Recuperado de https://rsis.ramsar.org/es/ris/1466?language=es

Shear, H., de Anda, J., 2009. Preliminary selection of sustainability indicators for a small lake basin in western México, *Local Environment*. 14(6): 557 – 574. ISSN: 1354-9839 (Print), 1469-6711 (Online). DOI: https://doi.org/10.1080/13549830902904144.

WMS, 2020. Watershed Modeling System. Aquaveo. https://www.aquaveo.com/software/wms-watershed-modeling-system-introduction

9. TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO

Se propone la entrega de un avance significativo de los capítulos 5.1 a 5.10 a los 40 días hábiles como lo estipulan las bases correspondientes. Sin embrago, dada la vasta experiencia con la que cuenta este tipo de proyectos, se estima que el

tiempo requerido para la realización de las actividades propuestas en esta propuesta es de 6 meses contados a partir de la firma contractual de la misma. Por lo que se propone, que, pasada la primera entrega, a los 40 días hábiles de la firma, se siga trabajando hasta completar 6 meses para dejar a entera satisfacción

La entrega del primer avance de los capítulos 5.1 a 5.10, será el equivalente al "Diagnóstico Territorial" solicitado en las bases, con el que podrá hacerse el importe por el 50%. Una vez concluidos los seis meses de trabajo propuestos para completar los trabajos, y desarrollar los capítulos completos, del 5.1 al 5.12, podrá hacerse el importe por el 50% restante.

10. RESTRICCIONES Y SUPUESTOS

- Para el desarrollo de las actividades descritas en la presente propuesta se hará uso únicamente de las fuentes oficiales, de documentos académicos, entrevistas con funcionarios y líderes de opinión, así como de las fuentes de dominio público (internet, noticias publicadas en periódicos de circulación oficial, etc.). Se excluye cualquier trabajo de investigación de campo para la generación de información inédita, con excepción de los grupos focales, que serán llevados a cabo de acuerdo con la presenta propuesta.
- Se contará con apertura de las autoridades municipales para tener acceso a información que se considere relevante para el proyecto.
- Se tendrá disponibilidad de tiempo de los servidores públicos municipales para participar en los talleres de planificación que se llevará a cabo como parte de las actividades señaladas en el presente documento.

11. VIGENCIA DE LA PROPUESTA

Esta propuesta tiene una vigencia de 30 días a partir de su presentación.