



UNIVERSIDAD CENTRO PANAMERICANO DE ESTUDIOS SUPERIORES

INCORPORACION NO. 8954-65 A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Ecotecnología SCALL y la Educación Ambiental. Un binomio para enfrentar la problemática de agua potable en Zitácuaro, Michoacán.

TESINA

Que para obtener el título de:

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

Dulce Kaysiri Segura Luna

ASESOR:

Lic. en C. Adrián García Sánchez

Zitácuaro, Michoacán 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Dedicatoria

Para Romina. †

## Agradecimientos

A mis padres Esmeralda Luna S. y Adolfo Segura G. por apoyarme en mi educación y estar en los momentos de mi vida donde más los he necesitado.

A mis hermanos Maritza Orquídea Luna S. y Luis Felipe Segura L. por el gran ejemplo que son y así yo pueda ser una mejor persona.

A mis sobrinas Ilse Ximena Mondragón L. y Danna Andrea Mondragón L. por dejarme ser su tía y sean mi motivación para dejarles un mundo mejor.

A mi novio Fernando Esquivel M. por llegar a mi vida en el momento indicado y estar conmigo en este crecimiento profesional.

Y a toda mi familia por siempre estar.

A mis maestros que han sido un pilar fundamental en mis estudios, pero principalmente a mi asesor el Lic. En C. Adrián García S. por apoyarme, ayudarme, aguantarme y constantemente darme ánimos para concluir mi proyecto. Y un agradecimiento especial al M. en C. Víctor Manuel Solares A. porque desde que entre a la licenciatura siempre me motivó y apoyó en seguir adelante hasta el día en que egrese.

A mis amigos que a lo largo de mi vida han permanecido y algunos que se han unido a mí camino, amigos que son verdaderos y hemos estado juntos en cada paso que damos.

Y por último, pero no menos importante a las personas, la asociación civil Isla Urbana, a la empresa Xocalli y el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado SAPA por otorgarme la facilidad de realizarles unas entrevistas, de las cuales obtuve una excelente información.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	5
JUSTIFICACIÓN .....	6
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	7
HIPÓTESIS.....	7
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
METODOLOGÍA.....	8
Capítulo I. Ecotecnologías.....	10
1.1 Antecedentes de la ecotecnología.....	10
1.1.1 Concepto de ecotecnología.....	12
1.2 Alternativas tecnológicas – Ecotecnias en México.....	17
1.2.1 Energía.....	18
1.2.2 Manejo de residuos.....	18
1.2.3 Alimentación.....	19
1.2.4 Vivienda.....	19
1.2.5 Agua.....	20
1.3 Uso del agua en viviendas urbanas.....	22
1.4 Sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.....	23
1.4.1 ¿Qué es?.....	23
1.4.2 ¿Cómo se diseñan?.....	24
1.4.3 Estructura del sistema.....	24
1.4.4 Aplicaciones.....	26
1.4.5 Análisis costo – beneficio.....	26
1.4.6 Adopción, monitoreo y validación.....	27
Capítulo II. Educación ambiental.....	27
2.1 Antecedentes de la Educación ambiental.....	27
2.2 Educación ambiental como alternativa para la implementación de ecotecnologías como los SCALL en México.....	30
2.3 Educación ambiental como alternativa para la implementación de ecotecnologías como los SCALL en Michoacán.....	34
2.4 Educación ambiental como alternativa para la implementación de ecotecnologías como los SCALL en Zitácuaro.....	35

Capítulo III. Geografía de Zitácuaro. ....	38
3.1 Características generales del municipio de Zitácuaro Michoacán. ....	38
3.1.2 Hidrografía.....	39
3.1.3 Clima.....	39
3.1.4 Área forestal.....	40
3.1.5 Población.....	40
3.1.6 Servicios.....	41
3.2 Problemas de agua en el municipio. ....	41
3.3 Crecimiento urbano. ....	42
3.4 Problemas a futuro de la pérdida o escasez del agua en la ciudad. ....	43
CONCLUSIÓN .....	52
BIBLIOGRAFIA.....	54
ANEXOS .....	56

## **INTRODUCCIÓN**

En el planeta estamos cubiertos por un 97% de agua salada que la conforman los océanos por lo que no es apta para consumo humano y de ahí el 3% es agua que se encuentra en glaciares, aguas superficiales, aguas subterráneas y la mayor parte ya está contaminada. Mientras que todos los seres vivos dependemos de esa cantidad para vivir.

En la actualidad, es muy común hablar sobre el cuidado y conservación de este recurso indispensable para la realización de la mayoría de los procesos industriales, comerciales, agrícolas y domésticos para satisfacer las necesidades básicas diarias de los seres humanos a nivel mundial.

A pesar de su importancia, en los países con más desarrollo se genera la mayor contaminación. Esto es atribuido al grado de industrialización y con ello, a la mano de obra que es requerida, lo que se traduce en un crecimiento demográfico y un mayor número de viviendas que demandan una infinidad de servicios, como es el caso de agua potable para realizar las actividades domésticas cotidianas.

Por ello es necesario generar alternativas que permitan hacer eficiente los procesos de uso de este vital líquido. La Implementación de ecotecnologías en el hogar como el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia es una de esas alternativas. Consiste en interceptar, recolectar y almacenar el agua. Se construye con distintos materiales para que su funcionamiento sea apto; una vez que el agua que se capte, se almacene y se trate se debe aprovechar para consumo humano o en actividades domésticas.

La zona urbana de Zitácuaro, Michoacán es el lugar donde se desea proponer la adopción e implementación de esta técnica a través de la educación ambiental. Todo surgió de la necesidad de reducir el problema de la escasez de agua en algunas partes de la ciudad, aminorar el gasto del pago de agua que la sociedad realiza a su servicio de agua potable, así como disminuir el impacto ambiental en el municipio por el desperdicio desmedido que se le da al agua potable, al igual que su contaminación por la utilización en actividades domésticas en las cuales las descargas van directamente

al drenaje y éste se dirige a los mantos acuíferos como los ríos que pasan por la ciudad y se ven contaminados por los desechos de los hogares.

El proyecto se llevará a cabo dentro del área de investigación de las ecotecnologías ya que el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia es una técnica ecológica que permite la recolección de ésta y a su vez la purifica mediante procesos de filtración y que pueda ser para consumo humano, con lo cual se tendrá una disminución en el impacto ambiental.

Uno de los puntos importantes para la aplicación de esta técnica es el factor climático, ya que lo que se va a recolectar es agua de lluvia y se necesita de temporadas en la cual se pueda abastecer el sistema gracias a la caída de esta. Por lo tanto, en el lugar donde se requiere implementar la ecotecnología sí es factible.

## **JUSTIFICACIÓN**

Se pretende investigar la influencia de la ecotecnología (SCALL) en la educación ambiental y si estas están siendo articuladas en acción y conocimiento por parte de la ciudadanía para recaer de una forma adecuada en la adquisición de conocimientos en el área de las ciencias ambientales, con la finalidad de visualizar una crítica constructiva a los factores que se involucran y del como repercuten en las mismas acciones al no ser alcanzados los objetivos establecidos. Por otro lado, se implica una investigación cualitativa basada en la investigación documental, realizada a partir de documentos bibliográficos, archivos institucionales e históricos, de esta forma se pretende beneficiar a los pobladores del municipio de Zitácuaro, Michoacán.

El sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia es un sistema con técnicas ecológicas importante para las ciencias ambientales en el área de investigación sobre las ecotecnologías, las cuales trabajan en conjunto para que los problemas ambientales reduzcan su impacto al medio ambiente y, hablando de esta técnica, al impacto en los mantos acuíferos.

En la profesión, la especialización de las ecotecnologías conlleva la aplicación de éstas en zonas donde se requiere de acuerdo a los problemas que se tienen ya que algunas

ecotecnologías utilizan materiales reciclables para realizar sus sistemas, en el agua reduce su consumo ya que en la captación la reutiliza y en algunas zonas rurales que no cuenten con el servicio público, el agua que retienen satisface sus necesidades tanto personales como domésticas, y en la zona urbana minimiza los gastos o bien si son zonas donde existe escasez del vital líquido ya se tiene almacenada cierta cantidad de agua necesaria para sus actividades.

Por ello se requiere crear alternativas que ayuden a abastecer a familias con los problemas mencionados que permita la utilización de esa agua de lluvia en actividades domésticas o uso personal.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son los beneficios de la educación ambiental para implementar la ecotecnología SCALL en Zitácuaro, Michoacán?

### **HIPÓTESIS**

Al tener una formación ambiental sobre el sistema de captación de agua de lluvia ayudará a que las personas tomen conciencia y realicen acciones preventivas sobre el problema de la escasez de agua.

### **OBJETIVO GENERAL**

Describir la forma en la que la educación ambiental puede promover a la ecotecnología SCALL como solución a los futuros problemas de abastecimiento de agua en la zona urbana de Zitácuaro, Michoacán.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Proponer como alternativa ecológica una ecotecnología llamada Sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia en la zona urbana de Zitácuaro Michoacán.
- Mencionar el problema del agua en el municipio y el riesgo de escases a futuro.



- Establecer los puntos importantes para un impacto ambiental, al presentar esta ecotecnología y que las personas decidan obtener una mejor calidad de vida sin seguir perjudicando al medio ambiente.
- Aplicar la investigación documental a partir de criterios de análisis e interpretación haciendo uso de la búsqueda y localización de información física y digital.

## **METODOLOGÍA**

Este proyecto surgió de la necesidad del impacto ambiental que el ser humano está haciendo al planeta, pero al ver ésta exigencia nace el deseo de querer aplicar una ecotecnología para problemas de agua, por lo tanto éste trabajo se estará llevando a cabo de forma cualitativa ya que se propone mediante la educación ambiental llevar toda la información y beneficios de un Sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia a la población de Zitácuaro, Michoacán.

La investigación se realizará mediante las siguientes técnicas: Observación, la observación es la técnica en la que se necesita de una buena percepción y estar consciente de la realidad en la que se encuentra para poder determinar lo que se está viendo. En la cual el lugar específico que se estará observando para obtener información para la investigación será en ciertas zonas del municipio.

La entrevista es la técnica utilizada en la investigación, pero siendo ésta cualitativa ya que recaba información de forma objetiva por medio de una serie de cuestionamientos hacia el entrevistado. Se realizarán con el instrumento de cuestionario abierto con cierto número de preguntas a especialistas en el tema de ecotecnologías para lograr una mayor información acerca de la eficacia y eficiencia de implementar la tecnología que se va a llevar a cabo. Las personas a las que se aplicarán las entrevistas se categorizarán en especialistas en ciencias ambientales, dependencias y organizaciones o instituciones

La investigación documental se llevará a cabo mediante la información de libros, plataformas y páginas web.

VARIABLE 1:

Independiente

- Educación ambiental

FUENTE DE INFORMACIÓN

Información documental

Entrevistas a encargados de ONG que llevan a cabo la implementación de SCALL.

Experiencias de los mismos encargados.

VARIABLE 2:

Independiente

- Problema del agua en Zitácuaro
- Escases del agua a futuro

FUENTE DE INFORMACIÓN

Información documental

Entrevistas a encargados de SAPA y Obras públicas del municipio de Zitácuaro.

Experiencias Urbanas.

VARIABLE 3:

Dependiente

- Aplicación de la ecotecnología Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL)

FUENTE DE INFORMACION

Información documental

Experiencias de encargados de ONG que llevan a cabo la implementación de SCALL.

# Capítulo I. Ecotecnologías.

## 1.1 Antecedentes de la ecotecnología.

Ortiz, Maserá y Fuentes (2014) con relación a las ecotecnologías, en la parte histórica, mencionan que desde su origen en la Revolución Industrial el paradigma tecnológico dominante se ha caracterizado por dar prioridad a la producción en masa, centralizada y estandarizada, hacer un uso intensivo de energías fósiles y materias primas y generar cuantiosas cantidades de residuos que se desechan al ambiente, todo esto de acuerdo a diferentes autores (Giannetti et al, 2004). A pesar de ello, el reconocimiento formal de los impactos ambientales de la tecnología moderna no ocurre sino hasta la segunda mitad del siglo XX.

Ortiz et al. (2014) describen que en la publicación del libro “La Primavera Silenciosa” de Rachel Carson en 1962, sobre las consecuencias ambientales del uso de herbicidas, marcó el comienzo de lo que se convertiría en lo que el sociólogo Arthur Mol en 1997 identifica como la primera ola del ambientalismo moderno: un movimiento que por primera vez en casi dos siglos hacía una protesta y un llamado para salvaguardar a la naturaleza de la depredación voraz e inequitativa de los recursos naturales, impuesta bajo el modelo vigente de desarrollo industrial y tecnológico.

Con respecto a los inicios de las ecotecnologías Ortiz et al. (2014) señalan que hacia principios de los 70s el ambientalismo –y con él la crítica al modelo tecnológico dominante– tomó fuerza en cumbres internacionales y pronto se extendió al resto de la sociedad, en lo que se conoce como la segunda ola de dicho movimiento. Esto coincidió con el reporte del Club de Roma publicado por Donella Meadows en 1972, donde se analizaban los límites planetarios al crecimiento económico y poblacional, las críticas que empezaban a hacerse al modelo de desarrollo capitalista por su incapacidad de resolver la persistente desigualdad entre naciones y la evidencia del deterioro de las condiciones ambientales en algunos sitios del planeta, todo esto de acuerdo a la revolución contemporánea del saber y la complejidad social de Sotolongo y Delgado en el 2006.

Los reclamos se intensificaron con la crisis petrolera de 1973, el crecimiento del desempleo, la expansión de la educación superior y la búsqueda de estilos de vida ecológicos emprendida por algunos grupos sociales, como lo menciona Adam Smith en su teoría social.

En referencia a la relación de tecnología con desarrollo Ortiz et al. (2014) mencionan que en los debates que siguieron, quienes sostenían que todavía era posible conciliar el crecimiento económico con la conservación de la naturaleza se enfrentaron a quienes planteaban modelos económicos alternativos. Aquí, el debate sobre la tecnología jugó un papel central y dio lugar a reflexiones teóricas y propuestas prácticas. Una de ellas fue el concepto de ecodesarrollo, planteado por primera vez en la Conferencia de Estocolmo de 1972, que buscaba combinar la conservación de los recursos naturales con la distribución equitativa de los bienes, el desarrollo regional, la satisfacción de las necesidades básicas de las mayorías pobres y la combinación de la tecnología moderna con las técnicas y saberes tradicionales, ecológicamente adecuados a los contextos locales, todo dicho por Mario Rabey y sus Tecnologías Tradicionales en 1987.

Así mismo Ortiz et al. (2014) describen que con este antecedente, en la década de los 80s se afianza una tercera ola del ambientalismo, que tiene su punto culminante en 1987 con la publicación por parte de las Naciones Unidas del Informe Brundtland (titulado “Nuestro Futuro Común”), en el que se populariza el concepto de desarrollo sustentable, definido en este informe como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” dicho en la World commission on environment and development (WCDE) que significa la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1987.

Ellos aluden que:

El desarrollo sustentable ha tenido muchas vertientes y facetas; en su esencia ha significado un intento por conciliar –sin mayor éxito– el desarrollo económico con una serie de metas sociales –como la reducción de la pobreza– y con el equilibrio ecológico del planeta. En los últimos 20 años una parte importante de las políticas dirigidas al desarrollo sustentable se ha enfocado en replantear el modelo tecnológico vigente. Específicamente, se ha promovido una transición

tecnológica orientada a sustituir la contaminante tecnología industrial por nuevas alternativas ecológicamente amigables y basadas en el uso de fuentes renovables de energía. Aunado a lo anterior, y ante la agudización de la crisis ambiental y la desigualdad social, han emergido diferentes movimientos sociales, culturales, políticos e intelectuales que buscan modelos de desarrollo más justos y equitativos, así como alternativas tecnológicas –que englobaremos en el concepto de ecotecnologías– que potencien este cambio social y sean menos nocivas para el ambiente. (Ortiz et al., 2014, p. 9)

### **1.1.1 Concepto de ecotecnología.**

De acuerdo con Ortiz et al. (2014), Los referentes más importantes en México sobre el tema de las ecotecnologías, las primeras menciones del término ecotecnología en la bibliografía científica se remontan a la década de 1960, cuando Howard T. Odum, pionero del estudio de la ecología de ecosistemas, acuñó el término ingeniería ecológica o ecotecnología para referirse a lo que más tarde (Barret, 1999 como se citó en Ortiz et al. 2014) definiría como el “diseño, construcción, operación y gestión (es decir, la ingeniería) de estructuras paisajísticas/acuáticas y sus comunidades de plantas y animales asociadas (es decir, ecosistemas) para beneficiar a la humanidad y, a menudo, a la naturaleza”.

Ortiz et al. (2014) nos ofrecen un ejemplo de que, posteriormente, el concepto de ecotecnología se asoció a enfoques teóricos como la ecología industrial, las tecnologías limpias y la modernización ecológica.

La ecología industrial es una escuela que estudia a los sistemas industriales desde un punto de vista ecosistémico.

“el núcleo de la ecología industrial es simplemente reconocer que los servicios de manufactura y servicio son en realidad sistemas naturales, íntimamente conectados a sus ecosistemas locales y regionales y a la biósfera global, [...] su fin último [...] es aproximar los sistemas industriales tanto como se pueda a un ciclo cerrado, con un reciclaje casi completo de todos los materiales”. (Lowe como se citó en Ortiz et al., 2014, p. 10)

Ortiz et al. (2014) nos mencionan que, con base en una cita, las tecnologías limpias son tecnologías cuya manufactura hace un uso eficiente de materias primas y energía, reciclan o re-usan sus residuos y maximizan la calidad final de los productos (Gianetti et al, 2004).

En este sentido, (Moser, 1996) afirmó que las ecotecnologías sustituirían la alta tecnología (“hightech”) derrochadora de energía y altamente contaminante y que las tecnologías limpias serían opciones a mediano plazo que harían posible esta transición.

Por estas razones, Ortiz et al. (2014) Nos explican que el movimiento de la modernización ecológica surgió en los ochentas en Europa; dos de sus planteamientos centrales son que la tecnología es clave para superar la crisis ecológica y que el crecimiento económico y el desarrollo industrial no solo son compatibles con la ecología, sino que pueden beneficiarse de esta, de acuerdo a Murphy y Mol en el 2000.

Este planteamiento sirvió para sustentar la afirmación que se hacía en el Informe Brutland, que cuidar la calidad del ambiente es compatible con el desarrollo económico y que la ciencia y la tecnología permitirán la transición hacia esta “ecologización de la economía” dicho por Arthur Mol en 1997.

Ortiz et al. (2014) se cuestionan que, igual que la ecología industrial, la modernización ecológica prescribió la eliminación progresiva de la tecnología convencional a cambio de soluciones ecotecnológicas innovadoras y limpias en los sectores productivos. Se impulsó, por ejemplo, la utilización de hidrógeno como combustible y la producción de energía mediante sistemas solares y eólicos dicho por Rose en el 2003.

Otro aspecto importante de la modernización ecológica es que tomó en consideración a los consumidores, es decir, el sector social. Al orientar su perspectiva al usuario de la tecnología, integró a la política pública y al mercado como herramientas para la difusión de tecnologías eficientes en los países desarrollados de acuerdo a la modernización ecológica de Massa y Andersen en el 2000.

Ortiz et al. (2014) discuten sobre la sociedad, la naturaleza, la tecnología y el desarrollo ya que, recientemente el entorno socio-cultural de los usuarios ha adquirido importancia en el replanteamiento del paradigma tecnológico. Uchida en el 2005 describe la ecotecnología dentro de un marco conceptual de pensamiento en el

que es imprescindible tomar en cuenta la vida del usuario tecnológico, su individualidad y sus juicios de valor. En su propuesta expone que la tecnología no es universalmente adaptable y por lo tanto necesita diseñarse en función de contextos humanos en donde la subjetividad está presente. De esta manera, refuerza la idea de que para introducir una ecotecnología a un contexto específico es necesario generar mecanismos de aceptación que tomen en cuenta la localidad, la cultura y las formas de vivir de los usuarios.

En síntesis, en los países desarrollados una gran parte de la discusión sobre ecotecnologías ha hecho énfasis en su utilización como medio para disminuir el impacto ambiental del crecimiento económico, e incluso en hacerlo compatible con el entorno ecológico, siguiendo los lineamientos del desarrollo sustentable.

Asimismo, aunque la conceptualización original de la ecotecnología se centró en el manejo de ecosistemas, la visión sistémica fue incorporada a la industria y posteriormente la atención saltó del sector productivo al sector de consumo y los usuarios de la tecnología. El discurso ecotecnológico se ha beneficiado así de distintas aportaciones conceptuales y ha evolucionado desde su surgimiento, en un área del conocimiento exacta, predictiva y cuantitativa, hacia una noción que involucra criterios sociales y económicos.

Ortiz et al. (2014) Hacen destacar que, actualmente el término ecotecnología no tiene una definición precisa. En la bibliografía en inglés la mayoría de los resultados referentes a la palabra “Ecotechnology” se remiten a las aplicaciones de la ingeniería ecológica y la ecología industrial. En español las referencias científicas son escasas y por lo general están relacionadas con aplicaciones ecológicas como las tecnologías alternativas, dispositivos eficientes para el uso de agua y energía y algunas aplicaciones arquitectónicas.

De la revisión de la literatura en las dos subsecciones anteriores se puede concluir que la mayoría de los enfoques reconocen la inviabilidad socio-ecológica del paradigma tecnológico moderno y ven una alternativa en el desarrollo sustentable; algunos enfatizan la “ecologización” del sistema económico-industrial,

mientras que otros buscan justicia y desarrollo social local. Podemos identificar las siguientes características comunes a todos estos enfoques:

- Reconocen los impactos ambientales y socio-económicos de la sociedad industrial.
- Buscan tecnologías alternativas a la tecnología convencional.
- Buscan reducir impactos ambientales y promover el bienestar social.
- Hablan de un proceso de transición hacia nuevas tecnologías ecológicas o ecotecnologías.
- Pretenden contribuir al desarrollo sustentable. (p. 16)

A partir de esto Ortiz et al. (2014) proponen la siguiente definición operativa del término ecotecnología: “Dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socioecológico específico”.

Ortiz et al. (2014) Mencionan que, no se busca con esto imponer una definición al concepto, sino proponer una referencia útil tomando en cuenta y respetando la diversidad de planteamientos en torno al tema. Ecotecnología, entonces, hace referencia a las tecnologías en sí, pero también a conocimientos científicos, métodos y procesos, desarrollo de infraestructura productiva y estrategias de gestión y difusión. Pueden diseñarse para satisfacer necesidades básicas como el saneamiento y la cocción de alimentos, así como estar en función de necesidades complementarias como el ocio y el confort. Incluye también aquellas aplicaciones diseñadas para contrarrestar impactos ambientales locales, como la deforestación o la contaminación de cuerpos de agua, y también alternativas para mitigar impactos globales, como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera.

De acuerdo con Ortiz et al. (2014) un aspecto clave de esta definición, es que las ecotecnologías deben hacer referencia a un contexto socio-ecológico específico. En otras palabras, no existen ecotecnologías universales ni adecuadas a



*priori*, las tecnologías pueden ser adecuadas o no con respecto al contexto socioeconómico, histórico, cultural y ambiental de su aplicación, así como a la tarea específica que buscan desempeñar. Es fundamental analizarlas bajo una perspectiva orientada a las necesidades y al contexto de los usuarios.

Un término que acompaña o se interpreta como sinónimo de la ecotecnología en la literatura, principalmente en el idioma español, es el de *ecotecnia*.

Este concepto no ha sido definido en la bibliografía científica aunque su uso coloquial es tan común como el de ecotecnología. Considerando los usos del término, definimos las ecotecnias como las aplicaciones prácticas de la ecotecnología, es decir, los artefactos, dispositivos y en general los productos ecotecnológicos tangibles. Por ejemplo: la Agricultura Orgánica podría considerarse una alternativa ecotecnológica a la producción agrícola convencional y los abonos orgánicos serían ecotecnias que resultan de su aplicación concreta.

## 1.2 Alternativas tecnológicas – Ecotecnias en México.

Las ecotecnias en México han sido un avance en alternativas de mecanismos que ayuden a tener una vida más sustentable en los hogares principalmente o en otro servicio como escuelas, hoteles, oficinas, fábricas, etc. Las más importantes son las siguientes:

Tabla 1. Ecotecnias en México

Ejes de necesidades	Tareas específicas	Alternativa tecnológica (ecotecnia)
Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocción de alimentos</li> <li>• Conservación de alimentos</li> <li>• Generación de electricidad</li> <li>• Iluminación</li> <li>• Calentamiento de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estufas de leña mejoradas</li> <li>➤ Cocinas solares</li> <li>➤ Deshidratadores solares</li> <li>➤ Aerogeneradores</li> <li>➤ Paneles fotovoltaicos</li> <li>➤ Plantas hidroeléctricas a pequeña escala</li> <li>➤ Lámparas eficientes</li> <li>➤ Calentadores solares de agua</li> </ul>
Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimiento y purificación de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia</li> <li>➤ Purificación de agua</li> </ul>
Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saneamiento con arrastre hidráulico</li> <li>• Saneamiento seco</li> <li>• Manejo de residuos pecuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Biofiltros</li> <li>➤ Humedales artificiales</li> <li>➤ Sistemas sépticos</li> <li>➤ Sanitarios ecológicos secos</li> <li>➤ Mingitorios secos</li> <li>➤ Biodigestores</li> </ul>
Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de alimentos a pequeña escala</li> <li>• Control de plagas</li> <li>• Fertilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Huertos familiares</li> <li>➤ Control biológico</li> <li>➤ Biofertilizantes</li> </ul>
Vivienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y construcción de la vivienda</li> <li>• Implementación de ecotecnias en la vivienda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Principios de diseño</li> <li>➤ Materiales de construcción</li> <li>➤ Varias de las anteriores</li> </ul>

Nota. Elaboración propia con base en (Ortiz et al., 2014, p. 28)

### 1.2.1 Energía.

Las ecotecnias para la necesidad energética se dividen en 5 importantes tareas específicas conteniendo en total 8 ecotecnologías.

Tabla 2. Ecotecnias de Energía.

Energía	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cocción de alimentos</li><li>• Conservación de alimentos</li><li>• Generación de electricidad</li><li>• Iluminación</li><li>• Calentamiento de agua</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Estufas de leña mejoradas</li><li>➤ Cocinas solares</li><li>➤ Deshidratadores solares</li><li>➤ Aerogeneradores</li><li>➤ Paneles fotovoltaicos</li><li>➤ Plantas hidroeléctricas a pequeña escala</li><li>➤ Lámparas eficientes</li><li>➤ Calentadores solares de agua</li></ul>
---------	---	---

Nota. Elaboración propia con base en (Ortiz et al., 2014, p. 28)

### 1.2.2 Manejo de residuos.

Las ecotecnias para la necesidad de manejo de residuos se dividen en 3 importantes tareas específicas conteniendo en total 6 ecotecnologías.

Tabla 3. Ecotecnias de Residuos.

Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Saneamiento con arrastre hidráulico</li><li>• Saneamiento seco</li><li>• Manejo de residuos pecuarios</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Biofiltros</li><li>➤ Humedales artificiales</li><li>➤ Sistemas sépticos</li><li>➤ Sanitarios ecológicos secos</li><li>➤ Mingitorios secos</li><li>➤ Biodigestores</li></ul>
--------------------	---	---

Nota. Elaboración propia con base en (Ortiz et al., 2014, p. 28)

### 1.2.3 Alimentación.

Las ecotecnias para la necesidad de la alimentación se dividen en 3 importantes tareas específicas conteniendo en total 3 ecotecnologías.

Tabla 4. Ecotecnias de Alimentación.

Alimentación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Producción de alimentos a pequeña escala</li><li>• Control de plagas</li><li>• Fertilización</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Huertos familiares</li><li>➤ Control biológico</li><li>➤ Biofertilizantes</li></ul>
--------------	--	---

Nota. Elaboración propia con base en (Ortiz et al., 2014, p. 28)

### 1.2.4 Vivienda.

Las ecotecnias para la necesidad de vivienda se dividen en 2 importantes tareas específicas, basándose en las ecotecnologías anteriores para implementarlas en las viviendas.

Tabla 5. Ecotecnias de Vivienda.

Vivienda	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño y construcción de la vivienda</li><li>• Implementación de ecotecnias en la vivienda</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Principios de diseño</li><li>➤ Materiales de construcción</li><li>➤ Varias de las anteriores</li></ul>
----------	--	--

Nota. Elaboración propia con base en (Ortiz et al., 2014, p. 28)

### 1.2.5 Agua.

Las ecotecnias para la necesidad del agua se dividen en una importante tarea específica, conteniendo en total 2 ecotecnologías.

Tabla 6. Ecotecnias de Agua.

Agua	• Abastecimiento y purificación de agua	➤ Sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia ➤ Purificación de agua
------	---	---

Nota. Elaboración propia con base en (Ortiz et al., 2014, p. 28)

#### 1.2.5.1 ¿Qué es el agua?

Dentro de la investigación el elemento básico para su desarrollo lo representa el agua ya que es el recurso hídrico más importante para la vida en el planeta, por lo que primero se procederá a revisar varias definiciones.

La FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) la define como la sustancia que más abunda en la tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso. (FAO, 2016).

Otra definición tomada de Legarreta (2015) es que el agua es todo aquello que conforma todo el paisaje del planeta aparente en ríos, lagos, mares, nubes y hielos. (p. 45).

Por lo que para este trabajo el término agua será definido como el elemento que se encuentra de forma abundante en el mundo en los ríos, lagos y mares de forma líquida, sólida y gaseosa.

#### 1.2.5.2 Agua de lluvia.

De acuerdo a Gleason (2014) es el agua de precipitaciones que no ha sufrido una contaminación severa, no tiene contaminantes químicos ni tóxicos que alteren considerablemente su pureza, ya que ha sido captada en una superficie que no es transitada por el ser humano ni por vehículos.

Esta agua suele contaminarse con hojas de árboles, polvo o excrementos de pájaro acumulados en la azotea, por este motivo, las superficies captadoras requieren mantenimiento y limpieza. (p. 268).

### **1.2.5.3 Agua pluvial.**

De acuerdo a Gleason (2014) es el agua que al tener contacto con el suelo ha sufrido un grado de contaminación mayor, ya que al circular por superficies transitadas por vehículos y el ser humano se mezcla con diferentes productos químicos, lixiviados, basura no biodegradable y otros agentes que alteran nocivamente su pureza. (p. 269).

Se menciona en una página sobre información medioambiental que el planeta está cubierto en 97% de agua salada de los océanos que no es apta para beberla. Resta un 3% entre agua de los hielos continentales, aguas superficiales y subterráneas. Y de esa cantidad dependemos más de 7.000 millones de habitantes, animales, cultivos agrícolas y demás. (2016).

Figura 1. Porcentajes de agua en el planeta.



Nota. Infografía elaborada por iagua, <https://www.iagua.es/noticias/fundacion-aquae/sabias-que-solo-0025-agua-tierra-es-potable-infografia-fundacion-aquae>, 2018.

### 1.3 Uso del agua en viviendas urbanas.

Dicho por la ONU (2022) la mitad de la humanidad vive en la actualidad en ciudades y, dentro de dos décadas, casi el 60% de la población mundial habitará en núcleos urbanos. El crecimiento urbano es mayor en los países en desarrollo, donde las ciudades aumentan su población, de media, en 5 millones de habitantes al mes.

La explosión del crecimiento urbano conlleva unos desafíos sin precedentes entre los que la falta de suministro de agua y saneamiento es el más urgente y lesivo.

Dos son los principales desafíos en materia de agua que afectan a la sostenibilidad de los asentamientos urbanos: la falta de acceso a agua saludable y a saneamiento y el aumento de desastres relacionados con el agua como inundaciones y sequías.

## **1.4 Sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.**

### **1.4.1 ¿Qué es?**

Un Sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia (SCALL) consiste en un arreglo que permite interceptar, recolectar y almacenar el agua de lluvia.

Ortiz et al. (2014, p. 59) señalan que los SCALL son una tecnología adaptable a zonas urbanas y rurales; hay opciones rústicas, sofisticadas, de alto costo, domiciliarias, comunitarias, etc.

Es una alternativa necesaria para lugares donde las problemáticas del agua cada vez son más notorias, es una ecotecnología que nos ayuda a aprovechar el agua que cae y le podemos dar un uso en el hogar, en la comunidad y hasta en las escuelas.

De acuerdo a Gleason (2014) es el conjunto de tuberías, accesorios y equipo que captan y recolectan la lluvia que cae sobre una superficie para conducirla a un dispositivo de almacenamiento para su uso posterior.

Hay sistemas sencillos que utilizan la lluvia para el riego de áreas verdes o lavado. En este caso se necesita un proceso de filtración primaria que decante la basura acumulada en la azotea.

Otros SCALL se diseñan con el fin de proveer agua al sistema hidráulico de las edificaciones e incluso para abastecer el consumo humano. Para este caso es



indispensable contar con un sistema de filtración y potabilización especializado para garantizar la pureza del agua. (p. 267).

#### **1.4.2 ¿Cómo se diseñan?**

Según Ortiz et al. (2014) la captación o cosecha de agua de lluvia es una de las técnicas más antiguas para obtener agua de uso doméstico y/o riego. En México se conocen construcciones para el aprovechamiento de aguas pluviales que datan de 1,500 a. C. de acuerdo a Rojas Rabiela, 2009. A pesar de su antigüedad, a nivel doméstico esta práctica fue reemplazada con la introducción del agua entubada.

Sin embargo, la reciente escasez de este recurso ha determinado el surgimiento de promotores de SCALL en zonas urbanas y rurales. La instalación de SCALL en viviendas que ya cuentan con infraestructura de almacenamiento de agua, como una cisterna, generalmente resulta de bajo costo y no requiere un cambio de hábitos por parte de los usuarios. (Ortiz et al., 2014, p. 59)

De acuerdo a CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) en México las condiciones geográficas y climáticas son favorables para la captación de agua de lluvia; el promedio nacional anual de precipitaciones es de 1,489 miles de millones de m<sup>3</sup>. (2010).

#### **1.4.3 Estructura del sistema.**

Conforme al texto “Cosechar la lluvia, Manual para instalarlo en tu vivienda (2020).” editado por la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), Isla Urbana (IU) Instituto Internacional de Recursos Renovables (IRRI). Señalan en el manual los componentes de un SCALL el cual inicia con la superficie de captación, centralización y distribución, desvío general a drenaje, pretratamiento, almacenamiento pluvial, bombeo, filtración y tratamiento, desinfección y manejo y mantenimiento.

1.- La superficie de captación es el área —generalmente un techo o cubierta— sobre la que cae y escurre el agua de lluvia que se desea aprovechar.

2.- La centralización y distribución, sirve para llevar el agua desde la superficie de captación a las etapas de pretratamiento y almacenamiento se requieren canaletas, tubos y otros elementos de conducción.

3.- El desvío general a drenaje es absolutamente necesario que el sistema de cosecha de lluvia tenga algún mecanismo para desviar la totalidad del agua que viene del techo hacia el drenaje, la calle o algún otro sitio de desfogue, en caso de que sea necesario.

4.- El pre-tratamiento se refiere a los procesos de limpieza del agua que ocurren en el trayecto entre el techo y el almacenamiento pluvial —o incluso dentro del almacenamiento mismo—, previo a la extracción, filtración y tratamiento final del agua.

5.- El almacenamiento del agua cosechada puede realizarse en cisternas, aljibes, tanques de plástico, tambos o cualquier tipo de contenedor seguro para guardar agua.

6.- En algunos casos, especialmente en medios rurales, un scall se diseñará de forma que no requiera electricidad y la extracción del agua sea por gravedad o bombeo manual. En zonas urbanas, sin embargo, la mayoría de los scall pueden integrar una bomba para sacar el agua del almacenamiento, hacerla pasar a presión por uno o más filtros y llevarla al punto de uso o a un tinaco en el techo.

7.- La integración de filtros es importante en caso de que se tenga la intención de usar el agua para contacto o consumo humano, especialmente en zonas urbanas.

8.- La desinfección es muy importante ya que el mayor riesgo para la salud que puede haber en el agua de lluvia captada es microbiológico es decir por la presencia de bacterias u otros organismos que afectan a los humanos. Esto es porque la superficie de captación está expuesta al exterior. Existen diversas opciones de desinfección, cada una con ventajas y desventajas, y estas opciones se pueden combinar. Los métodos más comunes de desinfección son: cloro, ozono, plata coloidal y luz ultravioleta.

9.- Además de la calidad del diseño del scall, lograr una buena calidad del agua captada depende de un mantenimiento periódico, acciones esenciales para obtener los mejores resultados.

El diseño mismo del sistema debe prever las acciones de uso y mantenimiento.

Si resulta difícil o incómodo manejarlo y mantenerlo, es probable que su uso no sea eficiente y que no reciba los cuidados necesarios, disminuyendo la calidad del agua que se podría obtener.

#### **1.4.4 Aplicaciones.**

La ecotecnología del sistema de captación de agua de lluvia tiene su aplicación en diversas zonas dependiendo de las organizaciones o empresas que se dedican a implementarlas en el área más afectada o que requiere del servicio de agua.

#### **1.4.5 Análisis costo – beneficio.**

Arroyo-Zambrano, Maserá y Fuentes (2016) De acuerdo a la adopción e impactos de los sistemas de captación de agua de lluvia, se hizo un análisis costo beneficio utilizando los gastos de inversión y mantenimiento para el primer rubro, y el ahorro económico del consumo de pipas para el segundo. Para el costo de mantenimiento se utilizó el valor proporcionado por Isla Urbana (\$650) en lugar del obtenido en el análisis porque es el gasto asociado al mantenimiento recomendado, es decir, el ideal.

Tabla 7. Descripción de costos y beneficios.

<b>Descripción</b>	<b>Costos</b>	<b>Beneficios</b>
Inversión única	\$850.00	-
Mantenimiento anual	\$650.00	-
Ahorro anual en pipas	-	\$1,760.27
<b>TOTAL</b>	<b>\$1,500.00</b>	<b>\$1760.27</b>

Nota. Elaboración propia con base en (Arroyo-Zambrano et al., 2016, p. 29)

En la tabla 7. Se puede observar que el valor de los beneficios es mayor que el de los costos, por lo que se puede decir que los usuarios sí están teniendo impactos económicos positivos a partir del uso del SCALL. De igual forma, se puede

inferir que, teniendo los beneficios presentados, se puede recuperar la inversión inicial desde el primer año. (Arroyo-Zambrano et al., 2016, p. 29)

#### **1.4.6 Adopción, monitoreo y validación.**

Conforme a una entrevista realizada por Alejandro Durán de la Agencia Informativa Conacyt a la doctora Ilse Ruiz Mercado, adscrita al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) menciona que, los beneficios ocurren si las ecotecnologías se aceptan y se adoptan, es decir:

Si funcionan para obtener el beneficio que deseamos y si las comunidades que las usan se apropian de ellas, las hacen parte de sus vidas, las mejoran o las generan.

La adopción ecotecnológica es uno de los procesos que mantiene la cohesión entre estas tecnologías y el socioecosistema, permitiendo que se den los beneficios de las interacciones.

El monitoreo ecotecnológico consiste justamente en asegurar que las ecotecnologías funcionan, se usan y mantienen su desempeño en el largo plazo, es decir, que continúan con vida y saludables.

Se usan los métodos tradicionales como los cuestionarios, entrevistas grabadas o en papel, los diarios y notas de campo.

Las tecnologías de la información han permitido tener aplicaciones en dispositivos móviles que agilizan la generación de bases de datos y su georreferenciación, permitiendo cubrir poblaciones de mayor tamaño y realizar diagnóstico rápido. (2016)

## **Capítulo II. Educación ambiental.**

### **2.1 Antecedentes de la Educación ambiental.**

Severiche-Sierra, Gómez-Bustamante y Jaimes-Morales (2016) nos ofrecen un ejemplo del concepto de educación ambiental, mencionando que, la utilización del término “Educación Ambiental” por primera vez fue en el año 1972, en Estocolmo, durante la realización de la Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente y desde entonces se le ha concedido la preponderancia para generar los cambios, mediante la adquisición de conocimientos, actitudes y valores, que permitan enfrentar seriamente

la crisis ambiental del mundo con miras a alcanzar una mejor calidad de vida para las actuales y futuras generaciones, todo esto gracias a varios autores que escribieron en conjunto sobre la educación ambiental.

De igual forma Severiche-Sierra et al. (2016) describen que, la educación ambiental es la herramienta elemental para que todas las personas adquieran conciencia de la importancia de preservar su entorno y sean capaces de realizar cambios en sus valores, conducta y estilos de vida, así como ampliar sus conocimientos para impulsarlos a la acción mediante la prevención y mitigación de los problemas existentes y futuros; por ello, concebimos y practicamos la educación ambiental desde las corrientes resolutiva y práxica, todo esto descrito por diferentes autores en años anteriores.

La primera agrupa proposiciones para la solución de las problemáticas ambientales, donde se trata de informar y conducir a las personas para que desarrollen habilidades para resolverlas.

La segunda corriente pone énfasis en la acción, por y para mejorarla. El aprendizaje invita a reflexionar en la acción y en el proyecto en curso, cuyo objetivo esencial es el de operar un cambio en un medio (en la gente y en el ambiente) y cuya dinámica es participativa, implicando los diferentes actores de una situación por transformar, de igual forma descrita por varios autores que escribieron sobre las corrientes en años anteriores.

De acuerdo a Sauv  (2005) cuando se aborda el campo de la educaci3n ambiental, uno se puede dar cuenta que a pesar de su preocupaci3n común por el medio ambiente y el reconocimiento del papel central de la educaci3n para el mejoramiento de la relaci3n con este último, los diferentes autores (investigadores, profesores, pedagogos, animadores, asociaciones, organismos, etc.) adoptan diferentes discursos sobre la EA y proponen diversas maneras de concebir y de practicar la acci3n educativa en este campo. Cada uno predica su propia visi3n y se ha incluso visto erigirse "capillas" pedag3gicas que proponen la manera "correcta" de educar, "el mejor" programa, el método adecuado.

De igual manera menciona Sauv  (2005) que, es así como identificaremos e intentaremos cercar diferentes corrientes en educación ambiental. La noción de corriente se refiere aquí a una manera general de concebir y de practicar la educación ambiental. A una misma corriente, pueden incorporarse una pluralidad y una diversidad de proposiciones.

Sauv  (2005) describe que, por otra parte, una misma proposición puede corresponder a dos o tres corrientes diferentes, según el ángulo bajo el cual es analizada. Finalmente, si bien cada una de las corrientes presenta un conjunto de características específicas que la distinguen de las otras, las corrientes no son sin embargo mutuamente excluyentes en todos los planos: ciertas corrientes comparten características comunes. Esta sistematización de las corrientes deviene una herramienta de análisis al servicio de la exploración de la diversidad de proposiciones pedagógicas y no un cepo que obliga a clasificar todo en categorías rígidas, con el riesgo de deformar la realidad.

Exploraremos brevemente quince corrientes de educación ambiental. Algunas tienen una tradición más antigua y han sido dominantes en las primeras décadas de la EA (los años 1970 y 1980); otras corresponden a preocupaciones que han surgido recientemente.

Tabla 8. Diferentes Corrientes de la Educación Ambiental.

<b>Corrientes que tienen una larga tradición en educación ambiental:</b>	<b>Corrientes más recientes:</b>	<b>Se presenta en parametros como:</b>
la corriente naturalista	la corriente holística	la concepción dominante del medio ambiente;
la corriente conservacionista / recursista	la corriente bio-regionalista	la intención central de la educación ambiental ;
la corriente resolutiva	la corriente práctica	los enfoques privilegiados;
la corriente sistémica	la corriente crítica	ejemplo(s) de estrategia(s) o de modelo(s) pedagógico(s) que ilustra(n) la corriente.
la corriente científica	la corriente feminista	
la corriente humanista	la corriente etnográfica	
la corriente moral / �tica	la corriente de la eco-educación	
	le corriente de la sostenibilidad / sustentabilidad	

Nota. Elaboración propia con base en (Sauv , 2005 p. 18)

Finalmente, esta sistematización debe ser vista como una propuesta teórica y será ventajoso que sea objeto de discusiones críticas.

Así mismo, la pagina de internet de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el apartado de Educación Ambiental comparten el documento de La Carta de Belgrado y lo describen así, En 1975 se llevo acabo el Seminario Internacional de Educación Ambiental en Belgrado, en la entonces Yugoslavia, a fin de fomentar la inclusión de la perspectiva ambiental en la acción educativa. De ese seminario surgió La Carta de Belgrado, donde se definen metas, objetivos y principios de la educación ambiental.

## **2.2 Educacion ambiental como alternativa para la implementacion de ecotecnologías como los SCALL en México.**

De acuerdo a Reyes, Castro y Bedoy (2006) En el país existe una tendencia histórica a ubicar a la educación ambiental, principalmente, dentro del sector ambiental; es decir, la mayor parte de las referencias legales sobre Educación Ambiental (EA), se encuentran en la Ley General del Equilibrio Ecologico y Proteccion al Ambiente (LEGEEPA), y en menor proporción en la Ley General de Educación. En este marco resulta lógico que el proceso de institucionalización de este campo se iniciara con la creación, en 1983, de la Dirección de Educación Ambiental de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), a partir de la cual se ha desenvuelto como un campo emergente muy influenciado por la educación no formal. En consecuencia, el sistema educativo nacional se ha sentido débilmente interpelado para incorporar la EA en la currícula de los distintos niveles educativos.

En el sector ambiental, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece la necesidad de contribuir a que la educación se constituya en un medio para elevar la conciencia ecológica de la población, consolidando esquemas de comunicación que fomenten la iniciativa comunitaria. En esta ley se señala que las autoridades competentes promoverán la incorporación de contenidos ecológicos en los diversos ciclos educativos,

especialmente en el nivel básico, así como la formación cultural de la niñez y la juventud. Así mismo, que propiciarán el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de los medios de comunicación masiva, y agrega que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con la participación de la Secretaría de Educación Pública (SEP), promoverá que las instituciones de educación superior y los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica, diseñen planes y programas para la formación de especialistas en la materia en todo el territorio nacional y para la investigación de las causas y efectos de los fenómenos ambientales.

En 1999 se publicó en el Diario Oficial de la Federación un decreto mediante el cual se adiciona la fracción XXXVI al artículo 3° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; así mismo, se reformó la fracción XX del artículo 15 y el artículo 39 de la LGEEPA. La reforma tuvo como finalidad reforzar la presencia de la educación ambiental en la ley, para contribuir a crear un nuevo sistema de valores, el conocimiento de nuestro medio ambiente y la conciencia y el respeto del modo como interactuamos con los demás elementos de la naturaleza. En el título V Capítulo 1, referido a la Participación Social e Información Ambiental, la LGEEPA plantea la posibilidad de establecer convenios entre la Semarnat e instituciones educativas y académicas para la realización de estudios e investigaciones en las áreas relacionadas con la protección ambiental; también señala el necesario impulso al fortalecimiento de la conciencia ecológica (Artículo 158, fracciones II y V). Finalmente, el Artículo 32 bis, establece las atribuciones de la Semarnat y señala que a ésta le corresponde, entre otras cosas: coordinar, concertar y ejecutar proyectos de formación, capacitación y actualización para mejorar la capacidad de gestión ambiental y el uso sustentable de recursos naturales; estimular que las instituciones de educación superior y los centros de investigación realicen programas de formación de especialistas, proporcionen conocimientos ambientales e impulsen la investigación científica en la materia; impulsar que los organismos de promoción de la cultura y los medios de comunicación social contribuyan a la formación de actitudes y valores de protección ambiental y de conservación de nuestro patrimonio natural; y en coordinación con la SEP, fortalecer los contenidos ambientales de planes y programas de estudios y los materiales de enseñanza de los diversos niveles y modalidades de educación.



En las entidades federativas se ha tenido un menor avance en cuanto a la legislación en materia de educación ambiental. Algunos ejemplos ilustrativos se mencionan a continuación. Tabasco, dedica el Título V a la “Cultura y la Gestión Ambiental” y en su Capítulo V establece la obligación de promover un programa estatal de educación ambiental a ejecutarse conjuntamente entre el sector ambiental y el educativo del Estado. Sin embargo, en la redacción del articulado se mantiene el manejo de conceptos y enfoques ya superados, tales como: incorporar contenidos ecológicos en el sistema educativo estatal por un lado y, por otro, la creación de carreras ambientales sin aludir a la necesidad de “ambientalizar el currículo” de las carreras tradicionales. En el estado de Veracruz, la Ley de Protección Ambiental, además de que también consigna la obligatoriedad de establecer un programa estatal de educación ambiental, ha logrado incorporar consideraciones sobre asignaciones presupuestarias bien definidas, participación interinstitucional y sectorial; la creación de centros de educación en el ámbito regional y municipal, así como la definición de sujetos de la educación ambiental con mayor precisión, tales como funcionarios y servidores públicos, productores campesinos y estudiantes, profesores e investigadores. Adicionalmente se ha avanzado en la referencia convencional a la enseñanza de ecología como sinónimo de la educación ambiental. Por ejemplo, en la Constitución Política del Estado de Oaxaca, el Artículo 150, menciona que la educación que el Estado ofrece debe seguir un enfoque integral y, para ello comprenderá, además, la enseñanza de la historia, la geografía, la ecología y los valores tradicionales de cada región étnica.

En los últimos años se ha propuesto una Ley de Educación Ambiental presentada en el 2003 en la Asamblea del Distrito Federal por el Partido Verde Ecologista de México y una iniciativa para crear la Ley General de Educación Ambiental, presentada también por el Grupo Parlamentario del Partido Verde Ecologista en la Cámara de Diputados, en abril de 2004. Sin embargo, en esta última prevalecen concepciones rebasadas, considerando el avance del campo, al establecer que las dos vertientes básicas de la educación ambiental serán la educación formal y la informal, división que en México ha sido modificada; tampoco es claro el objeto de la ley para concretarlo, ni qué son los servicios educativos. Es importante resaltar, así

mismo, que actualmente se cuenta no sólo con LGEEPA, sino que a la legislación ambiental federal se suman ahora la Ley de Vida Silvestre, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable de 2001, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de 2003, la Ley General para la Prevención y Control Integral de Residuos 2004, la Ley de Aguas Nacionales, con importantes reformas de abril de 2004, y en cada una de estas leyes existe un apartado especial sobre educación ambiental y la capacitación, debido a que a éstas se les considera en estos cuerpos legales como elementos fundamentales para la consecución de los fines que persiguen. A pesar de estos avances en la legislación mexicana, aún no se cuenta con una definición clara en los preceptos jurídicos mencionados y se presentan en sus planteamientos problemas conceptuales, al confundir conceptos como: “ambiente” y “ecología”, y considerar que la formación de nuevos hábitos y actitudes hacia el ambiente puede lograrse con la incorporación de contenidos ecológicos a los programas educativos y materiales de enseñanza.

En México encontramos una asociación civil dedicada a la implementación de SCALL, su nombre es “Isla Urbana” la cual inicio como una idea de tesis de licenciatura por el fundador Enrique Lomnitz, teniendo como propuesta el estudio y proyectos de un SCALL en la Ciudad de México y por primera vez en el país. La asociación lleva 11 años y ha tenido procesos de transformación y sometidos a diversas políticas públicas para seguir creciendo en todos los ámbitos. Ha sido llevada esta ecotecnología a 20 estados de la República.

Como toda asociación responsable, lleva a cabo proyectos que incluyen un programa de capacitación en educación ambiental y seguimientos de la instalación de los sistemas. Todas sus actividades son de carácter social y con ONG’s (Organizaciones No Gubernamentales), principalmente la instalación de SCALL en territorios urbanos y rurales en comunidades de difícil acceso.

En el área educativa, la divulgación de la cosecha de agua de lluvia mediante videos, imágenes y diseño. Realizaron un proyecto llamado “Escuelas de lluvias” el cual hacen la instalación de un SCALL y un programa de educación con el nombre de “Manos al agua” que consiste en la implementación de lavamanos en las instalaciones de las escuelas diseñados eficientemente para el ahorro del agua, es un

programa educativo de estudiantes, maestros y todo el personal, el cual se llevó a cabo en el año 2020.

En la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) se tiene un programa de cultura del agua, siendo su objetivo E-005 “Capacitación Ambiental y Desarrollo Sustentable” respecto a las acciones en materia de Cultura del agua es: Fomentar y promover la educación.

Así como la capacitación y participación social para fortalecer la gobernanza hacia la sustentabilidad ambiental, con el agua como eje transversal; mediante la ejecución de acciones en materia de Cultura del Agua en coordinación con las entidades federativas, diferentes sectores productivos y de la población.

De igual manera en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) tienen un Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR) el cual surge de la necesidad de dotar de agua a la población rural de México, en donde existen diversas dificultades técnico- económicas para ser abastecidos mediante formas “tradicionales”, siendo la captación de agua de lluvia una alternativa viable de abasto.

### **2.3 Educación ambiental como alternativa para la implementación de ecotecnologías como los SCALL en Michoacán.**

En Michoacán existe una empresa en cuidado y capacitación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, su nombre es “Xocalli” y el director general es el Ing. Civil Fernando Martínez García. En un principio decidió dar marcha con este proyecto por el conflicto del daño ambiental o falta de armonía entre la ingeniería civil y la naturaleza, pero también por la inquietud del cuidado del medio ambiente y por ende dar el primer paso implementando muros verdes en construcciones que él diseñaba y después ya se fue enfocando a la ecotecnología SCALL.

La idea del proyecto se tenía desde el 2013 pero empezaron a ofrecer al mercado sus servicios y sus sistemas de instalación y ya existiendo Xocalli empezaron

a ejecutar proyectos en el 2018, proyectos de educación ambiental con el cuidado del agua.

También tiene una estrecha relación con la Asociación Mexicana de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (AMSCALL), y fue parte de el 1er Congreso Nacional de la AMSCALL en Guadalajara 2017.

Principalmente en la actualidad realizan Sistemas de Captación de Agua de Lluvia y tecnología ahorradoras para sacar mayor rendimiento del agua desde sencillas hasta muy novedosas aplicada en diferentes contextos como: residencias, comercios y pronto sociales e industriales. Aunque llegan a instalar tecnologías para tratamiento de aguas negras y esperan pronto de aguas grises.

Por otro lado, también ofrecen estudios hidrológicos y limpieza de tinacos y cisternas. Han implementado este sistema en Morelia, Michoacán y sus alrededores.

Sus programas de educación ambiental son principalmente conferencias, talleres y proyectos sociales con comunidades donde sufren escases de agua. En redes sociales tienen un hashtag que es #YoCapto y que utilizan en sus publicaciones y ha servido para llegar a más personas que utilizan estos medios.

#### **2.4 Educación ambiental como alternativa para la implementación de ecotecnologías como los SCALL en Zitácuaro.**

El municipio de Zitácuaro cuenta con la Dirección de Ecología, Servicios públicos y el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPA) el cual tiene distintos programas de Educación Ambiental.

El principal es Cultura del Agua, el cual plantea estrategias sobre el cuidado del agua y llevan 4 años con ese plan. El segundo importante, tienen la implementación de un show escolar de un títere llamado Rodrigo que explica una historia un poco apocalíptica sobre la pérdida del agua y que nos pasaría si no hacemos algo al respecto y deja la idea en los niños de la importancia de su cuidado, no solo asisten en la zona del municipio sino que han ido al Instituto Tecnológico

Superior de Ciudad Hidalgo (ITSCH), a Maravatío en una feria ambiental, Jungapeo, Tuxpan, Ocampo, Aganguero y también las imparten a organizaciones y en eventos eclesíasticos.

En el año 2016 se llevó a cabo la Feria Ambiental Monarca, organizada por la Dirección de Ecología del ayuntamiento de Zitácuaro, la cual en coordinación con la Dirección de Servicios Públicos, realizaron actividades relacionadas al cuidado y protección del medio ambiente.

Contempló la exposición de talleres, conferencias, charlas, ponencias por especialistas en el cuidado del medio ambiente, conservación de la flora y fauna de la región, desarrollo sustentable, mantenimiento de áreas verdes y un concurso de reciclado dirigido a estudiantes de nivel secundaria, medio y superior.

Por parte de mi servicio social, realicé una conferencia en la Escuela Primaria Urbana Federal “Eva Sámano de López Mateos”: a alumnos de 1° y 2° sobre la separación de basura. Se les realizó la plática sobre el tema y posteriormente les expliqué que elaboraran una actividad de iluminar los contenedores con su respectivo color y por último que observaran dos videos del tema. También se realizó lo mismo con niños de 5° pero sobre el tema de cambio climático y una actividad diferente, esto fue los días 13, 14 y 15 de marzo del 2017.

En el año 2017, en el Centro Panamericano de Estudios Superiores se realizó la XXIV Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, el tema de ese año fue “La Crisis del Agua, Problemas y Soluciones”.

Alumnos de la licenciatura en Ciencias Ambientales, bachillerato, secundaria y primaria, los cuales llevaron a cabo muchos proyectos creativos para concientizar a estudiantes de otras escuelas sobre el cuidado del vital líquido.

Las actividades que se realizaron fueron mostrar a los visitantes las alternativas para aprovechar el agua de lluvia en huertos urbanos, el funcionamiento de filtros para potabilizar el agua, maquetas con la representación del ciclo hidrológico y mostrar los hábitos que los niños y jóvenes pueden llevar a diario en sus hogares para cuidar este recurso.

También en el año 2017 por parte del ayuntamiento de Zitácuaro Michoacán en el departamento de Servicios Públicos Municipales, realizaron actividades de educación ambiental y estas quedaron plasmadas en una ficha de eventos que se llamó “Juntos por un Zitácuaro Limpio”.

*Presentaciones teatrales.*

Se llevó a cabo la presentación en teatrino de la obra “Nuestra Amiga la Tierra” en los siguientes planteles educativos de nivel básico y en un Orfanato.

Tabla 9. Organización de las escuelas donde se llevó a cabo la presentación teatral.

<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>NOMBRE FECHA</b>	<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>NIÑOS/ADULTOS</b>
Preescolar	Esperanza Olivares	21 y 22 de septiembre	250/8
Orfanato	Fray Manuel Ortiz	25 de agosto	12/2
Evento de presentación de plan rector de reforestación	Centro de Convenciones	29 de septiembre	4/200
Preescolar	Valle de Quencio	27 de septiembre	120/8

Nota. Elaboración propia con base en (“Juntos por un Zitácuaro Limpio, 2017)

*Taller “Cambio Climático y Calentamiento Global, la importancia de la separación de residuos”, dirigido a recolectores concesionados y municipales.*

En el taller se explica de manera simple los aspectos técnicos para comprender reportes, gráficas y datos que son publicados por los medios en relación al cambio climático y el calentamiento global.

Se revisaron los orígenes de las iniciativas internacionales para la conservación del medio ambiente y su aplicación en las leyes nacionales. Finalmente se destacó la importancia de la separación de residuos y se informó lo pronta que se encuentra de realizarse esta iniciativa en el municipio.

Tabla 10. Organización de las personas a las que fue dirigido el taller.

<b>DIRIGIDO A</b>	<b>LUGAR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ASISTENTES</b>
Choferes y macheteros de servicio municipal	Centro de convenciones	31 de agosto	36

Choferes y macheteros de servicio concesionado	Centro de convenciones	12 de septiembre	55

Nota. Elaboración propia con base en (“Juntos por un Zitácuaro Limpio, 2017)

### *Talleres sobre “Tenencia Responsable de Mascotas”*

Los talleres se llevaron a cabo utilizando como herramientas un equipo de cómputo y proyector para realizar una presentación. Al finalizar se utilizó el juego “Popi -Guaw” participando niños y maestros.

Tabla 11. Organización de las personas a las que fue dirigido el taller.

DIRIGIDO A	LUGAR	FECHA	ASISTENTES
Alumnos y maestros de Primaria	Escuela Manuel Buen Día	28 de agosto	200
Alumnos y maestros de Primaria	Escuela Francisco I. Madero	29 de septiembre	150

Nota. Elaboración propia con base en (“Juntos por un Zitácuaro Limpio, 2017)

## **Capitulo III. Geografía de Zitácuaro.**

### **3.1 Características generales del municipio de Zitácuaro Michoacán.**

Con relación al contexto del municipio que nos interesa estudiar, Zitácuaro se encuentra localizado en la región oriente el estado de Michoacán de Ocampo, en la zona limítrofe con el Estado de México. Se división política está integrada por la cabecera municipal, 13 tenencias y 5 encargaturas independientes.

La cabecera municipal es la ciudad Heroica Zitácuaro que concentra la actividad económica, el suministro de bienes y servicios, así como los servicios públicos o trámites de los tres órdenes de gobierno, no solo para el municipio sino para, al menos, ocho municipios de la región. Mientras que las localidades de las

tenencias y encargaturas tienen como principal actividad la producción agrícola y el aprovechamiento forestal.

Su ubicación geográfica lo ubica dentro de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca (RBMM), aunque no dentro de la zona núcleo, pero que sí permite que los bienes y servicios relacionados con el sector turístico tengan alta actividad durante los meses de noviembre a febrero.

### **3.1.2 Hidrografía.**

De acuerdo con el Plan Rector de Reforestación y Restauración de los Bosques del Municipio de Zitácuaro, 2020-2024. (2019) Se constituye por los ríos San Andrés y San Juan Viejo, los arroyos Crescencio Morales, Seco, El Oro, Macutzio y manantiales de agua fría y la presa del bosque. (p. 10)

### **3.1.3 Clima.**

El clima es la medida del tiempo atmosférico donde se toma en cuenta la precipitación, temperatura, presión, etc., de una determinada región.

El cual en el municipio es una característica muy marcada ya que tiene variedad de climas.

De acuerdo a la plataforma [climate-data.org](https://climate-data.org), el clima es cálido y templado en Zitácuaro. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Zitácuaro. La clasificación del clima de Köppen-Geiger<sup>1</sup> es Cwb. La temperatura aquí es en promedio 17.4 °C. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 404 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es 5.6 °C. El mes con mayor humedad relativa es septiembre (84.36 %). El mes con menor humedad relativa es abril (36.64 %). El mes con el mayor número de días lluviosos es julio (28.37 días). El mes con el número más bajo es diciembre (2.80 días). Y la precipitación aproximada es de 1848 mm. (2022).

---

<sup>1</sup> La clasificación climática de Köppen, diseñada por el botánico y climatólogo ruso de origen alemán Wladimir Köppen en el año 1900. Los principales criterios de esta clasificación son la temperatura, las precipitaciones y la distribución de los distintos tipos de vegetación en el planeta.



#### **3.1.4 Área forestal.**

El municipio cuenta con una variedad sorprendente de especies en bosques, sin embargo la misma sociedad ha ido acabando con ésta por la demanda de recursos en la zona.

Conforme al Plan Rector de Reforestación y Restauración de los Bosques del Municipio de Zitácuaro, 2020-2024. (2019) En Zitácuaro la desaparición de los bosques y selvas se debe principalmente al crecimiento de la superficie dedicada a monocultivos de frutales y a la urbanización. La continua sustitución de los bosques ocasionada por el constante cambio de uso del suelo en el municipio podría comprometer el abasto de agua (los volúmenes requeridos para su producción, en un mediano tiempo, sobrepasaran el nivel de captación de los recursos); la biodiversidad y la fijación de carbono; principalmente.

La reforestación cerca de las fuentes hídricas ayuda a la conservación del agua, es decir, los árboles son soporte o un apoyo en la producción de agua o fuentes hídricas.

De igual modo se debe lograr la concientización de la comunidad sobre la protección cuidado y siembra de árboles como una manera de fomentar el acercamiento y empoderamiento de la misma hacia el medio ambiente. Por otra parte, se establece que es importante el estudio del tipo de suelo del lugar donde se va a reforestar puesto que para que un árbol pueda crecer adecuadamente necesita plantarse sobre un suelo correspondiente a sus características y condiciones. (p. 6)

#### **3.1.5 Población.**

La población es el conjunto de habitantes que radican en un lugar específico en éste caso el municipio de Zitácuaro el cual cuenta ya con un gran número de habitantes.

De acuerdo al Consejo Estatal de Población del Estado de Michoacán (2020), Zitácuaro tiene una población de 157, 056 habitantes según datos del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) recientemente el estudio hecho al 2020.

De los 157, 056 habitantes de Zitácuaro, 81, 603 son mujeres y 75,453 son hombres. Por lo tanto, el 51.96 por ciento son mujeres y el 48.04 por ciento de la población son hombres.

### 3.1.6 Servicios.

El municipio cuenta con los servicios de: agua potable y alcantarillado, recolección de basura, luz, comunicación, educación, salud, comercio, actividades culturales, entre los que destacan.

### 3.2 Problemas de agua en el municipio.

Para entender qué problemas existen en el municipio primero se debe explicar cómo se obtiene el agua:

Su abastecimiento es mediante 7 pozos profundos y 6 manantiales.

Tabla 12. Pozos y manantiales de Zitácuaro.

Pozos	Manantiales
1. Fraccionamiento poetas	1. Central camionera “Mesa de Cedano”
2. Unidad deportiva “La Joya”	2. La Carolina 1 y 2
3. Hospital Regional	3. “El cangrejo” por el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (Cbtis.)
4. Colonia Educación	4. Ciénega, Tenencia de Nicolás Romero
5. Pueblo Nuevo	5. Las Rosas
6. Parque industrial	
7. Colonia Moral (El más reciente)	

Nota: Elaboración propia con información del SAPA Zitácuaro.

Su distribución es por gravedad o por bombeo, son 300 litros por segundo un total de 26 millones de litros diarios.

Existen 24,300 tomas y para uso comercial y doméstico son 21,000, así como se tiene registro de que se tienen 25,000 contratos de los ciudadanos del municipio.

En noviembre del año 2017, ocurrió un problema de abastecimiento de agua y se tuvo como alternativa la distribución de 30 pipas a las zonas afectadas el cual no era un apoyo sino que se rentaban.

Otro problema que existe son sobre los recursos propios de SAPA, ya que el servicio que pagan a la Comisión Federal de Electricidad es por la cantidad de \$1, 500,000 pesos y la población no es constante en sus pagos por derechos del agua y muchas veces tienen que parar las maquinas por falta del pago de la luz.

### 3.3 Crecimiento urbano.

La mancha urbana del municipio se da hacia la parte oriente de la ciudad en la colonia Pueblo Nuevo y palma de Cedano, así como en el sur poniente en el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE) y existen asentamientos humanos en las zonas ejidales.

Y por el aumento de la población que se abastece a 88,000 habitantes, y por este crecimiento las tuberías deben cambiarse, pero una problemática es que la demanda de los servicios de agua potable ha cambiado en relación a que las ampliaciones de redes tienen un costo muy elevado.

El siguiente cuadro es información obtenida de un censo realizado por localidades del municipio de Zitácuaro, es sobre los servicios en los cuales se necesita el recurso hídrico. Toda la información se compactó en porcentajes por zona urbana y zona rural.

Tabla 13. Información de los servicios de agua por zona urbana y rural en Zitácuaro.

Zitácuaro	Zona urbana en porcentajes	Zona rural en porcentajes
Agua entubada	98.62%	89.49%
Agua entubada publica	83.11%	8.34%
Sin agua	1.31%	10.06%
Tinaco	83.64%	42.93%
Cisterna	45.59%	35.82%
Excusado	98.47%	68.07%
Letrina	1.11%	27.20%

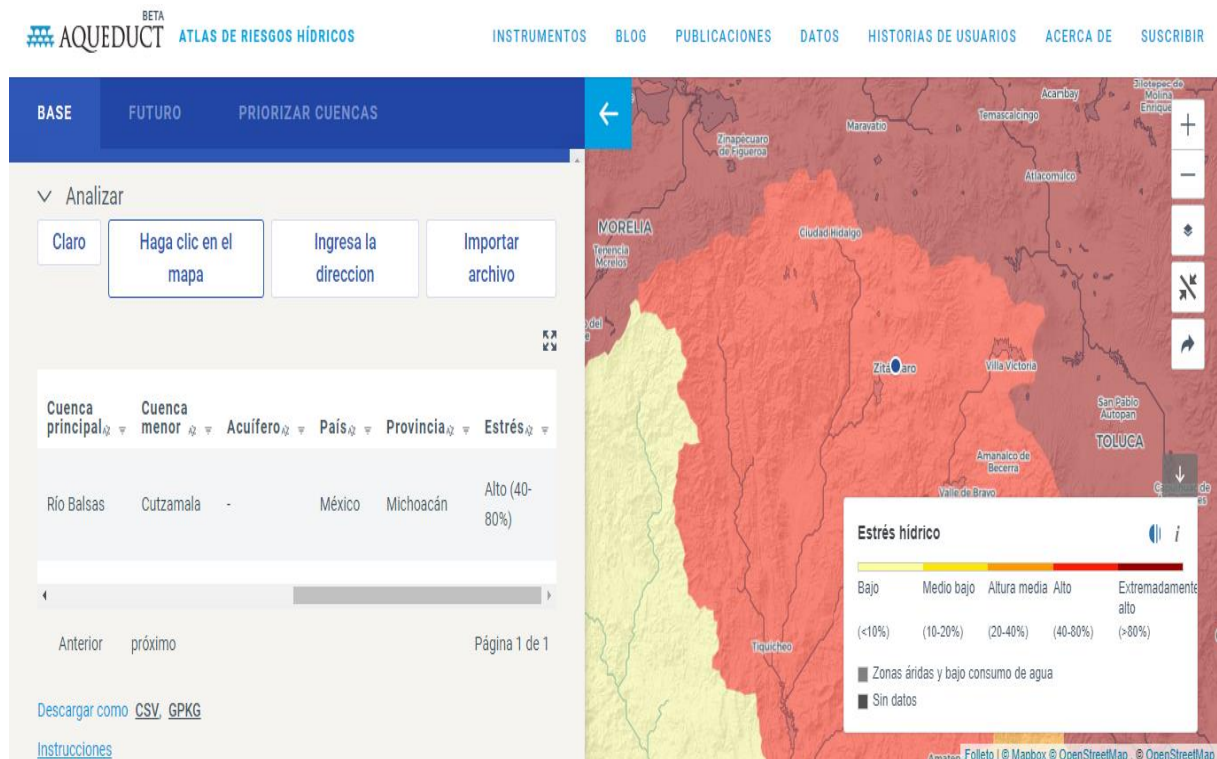
Drenaje	99.42%	91.41%
Sin drenaje	0.51%	8.09%
Todos los servicios	98.07%	83.28%
Sin todos los servicios	0.06%	0.38%
Drenaje y sanitario	98.96%	72.50%

Nota: Elaboración propia con base en los datos del censo 2020 del INEGI.

### 3.4 Problemas a futuro de la pérdida o escasez del agua en la ciudad.

De acuerdo a la plataforma Aqueduct BETA, que es un atlas de riesgos hídricos, en Zitácuaro se tiene un estrés hídrico de 40-80% siendo de alto a extremadamente alto, de forma visual como se puede apreciar en la imagen, el color rojo representa ese estrés hídrico.

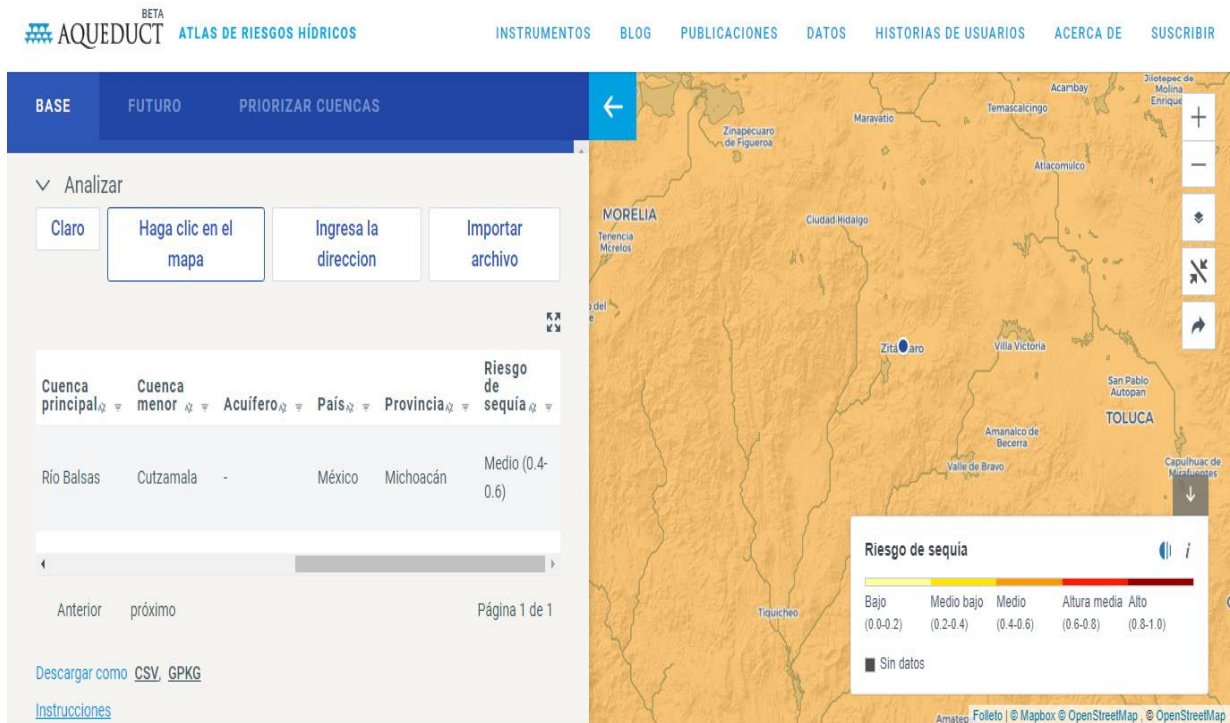
Figura 2. Estrés hídrico de alto a extremadamente alto.



Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.

De igual manera conforme a la plataforma, en Zitácuaro el riesgo de sequía es medio de (0.4-0.6) a alto de (0.8-1.0), representado en el mapa con el color naranja.

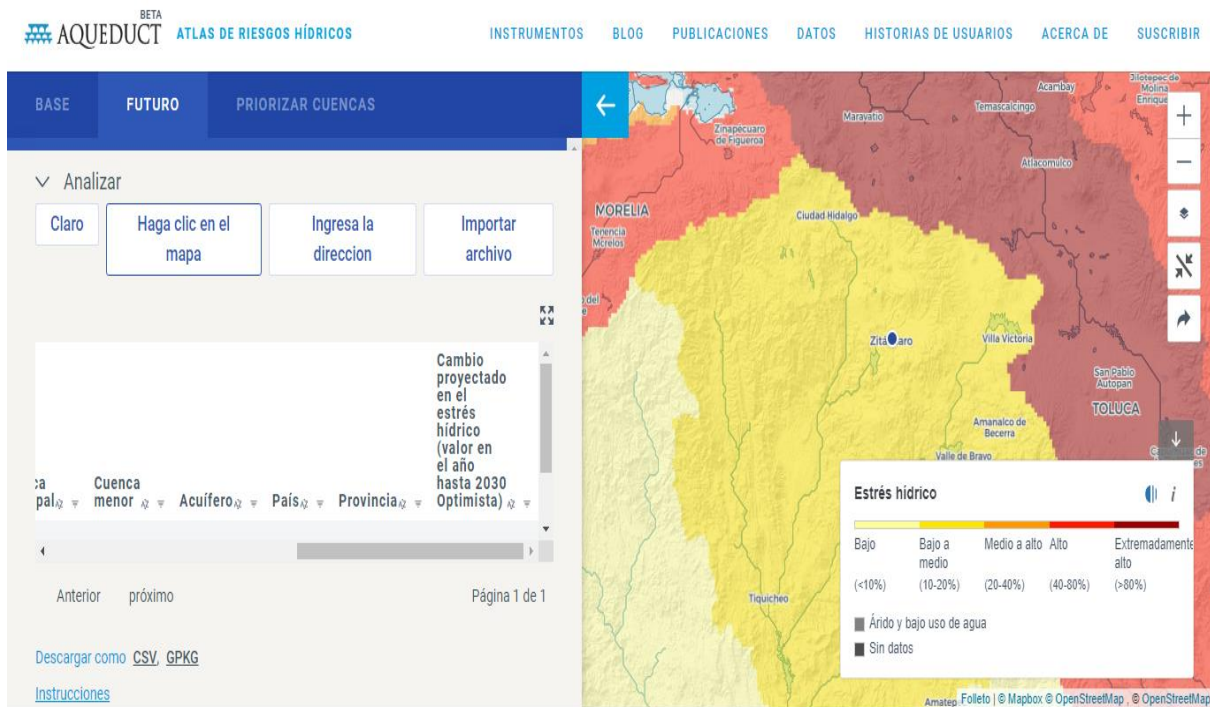
Figura 3. Riesgo de sequía de medio a alto.



Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.

El estrés hídrico a un escenario futuro de 8 años es optimista, pero con un porcentaje bajo a medio de 10-20% y alto de 80%. Representado en el mapa con el color amarillo.

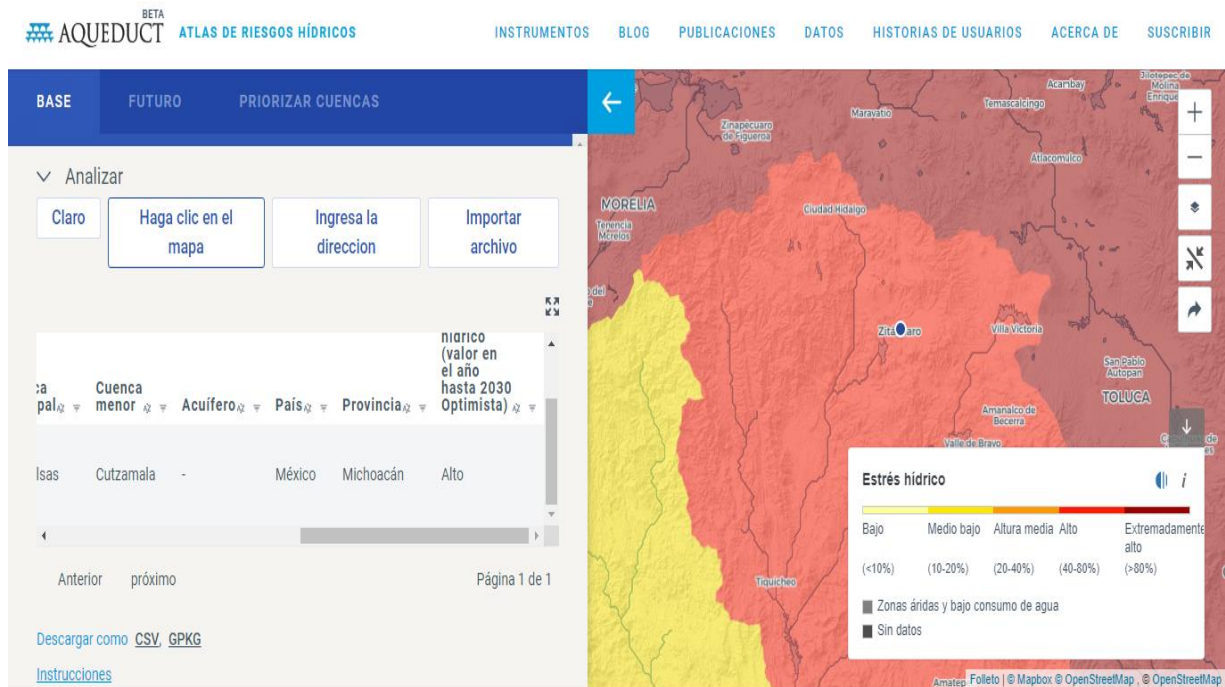
Figura 4. Estrés hídrico con valor en el años hasta el 2030.



Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.

De igual manera el estrés hídrico es analizado y medido por meses, siendo marzo el mes de inicio con índices altos de temporada de calor y estiaje teniendo un porcentaje de 40% a 80%, representado en el mapa con el color rojo.

Figura 5. Estrés hídrico de marzo.

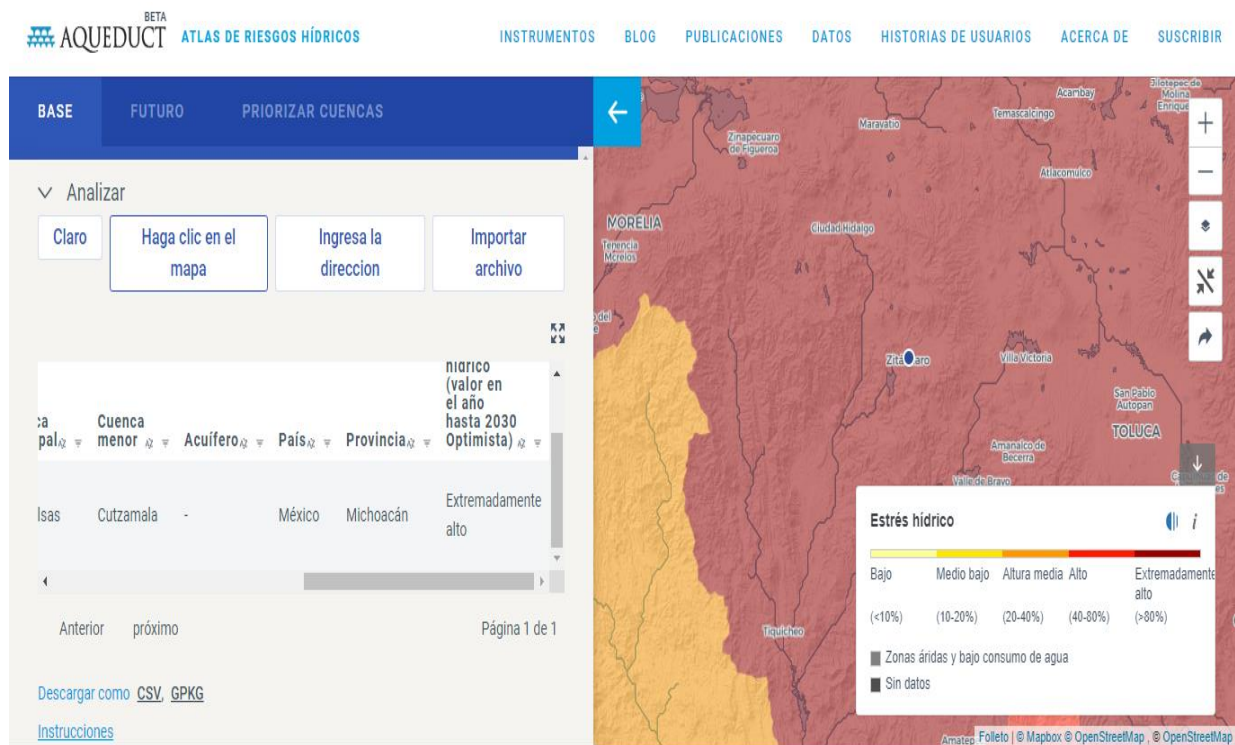


Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.



Por consiguiente es abril el mes con un valor extremadamente alto y un porcentaje mayor a 80%, representado en el mapa con el color guinda.

Figura 6. Estrés hídrico de abril.

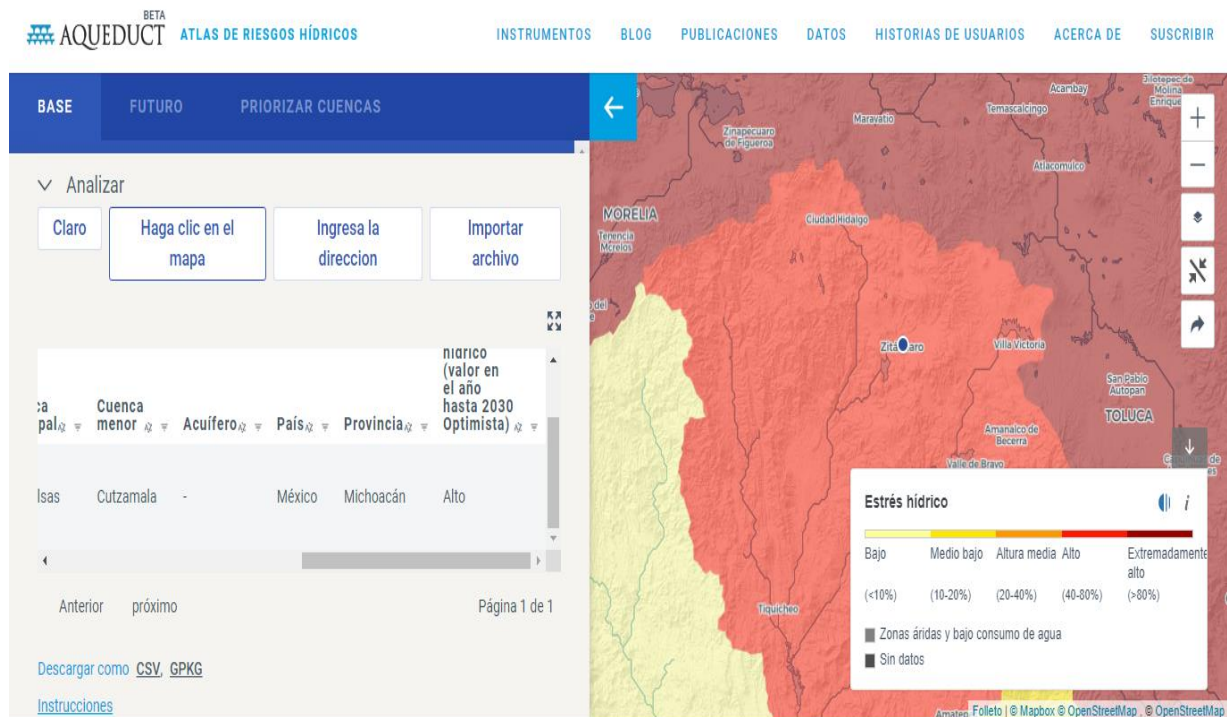


Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.



Después el mes de mayo tiene un valor alto y un porcentaje de 40% a 80%, representado en el mapa con el color rojo.

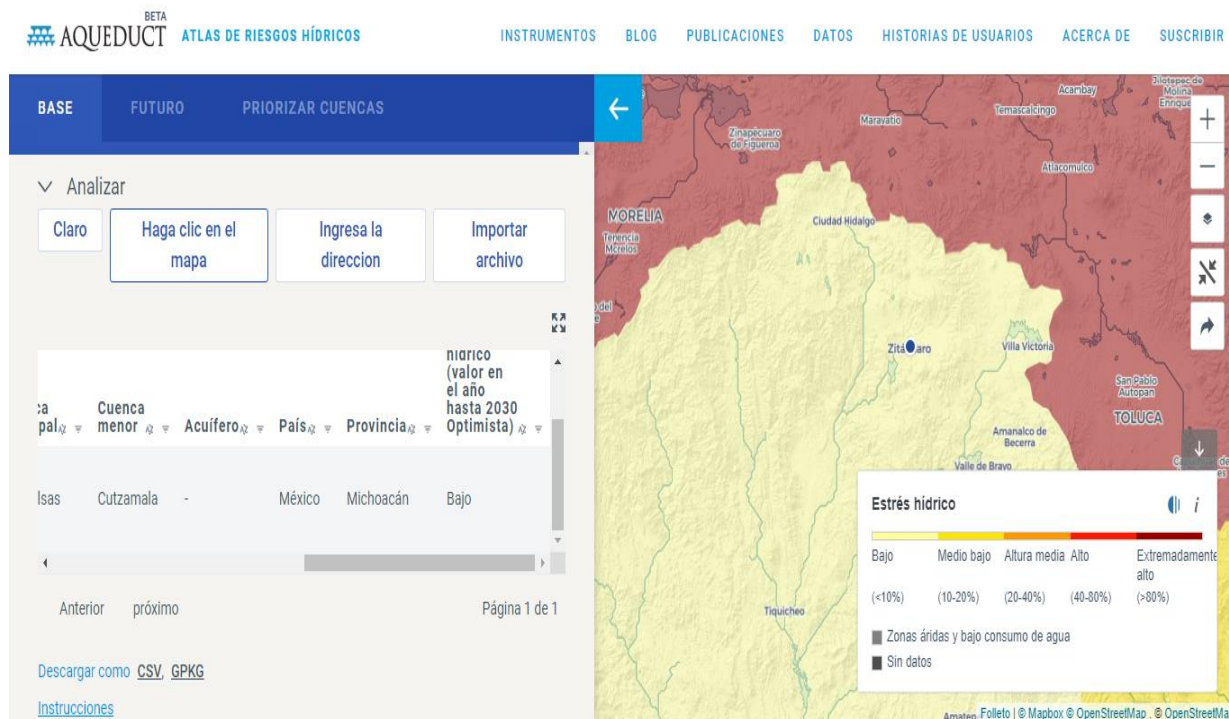
Figura 7. Estrés hídrico de mayo.



Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.

Por lo tanto, en el mes de junio que es cuando comienza el verano y con él las lluvias, se tiene un valor bajo con un porcentaje menor al 10%, representado en el mapa con el color beige.

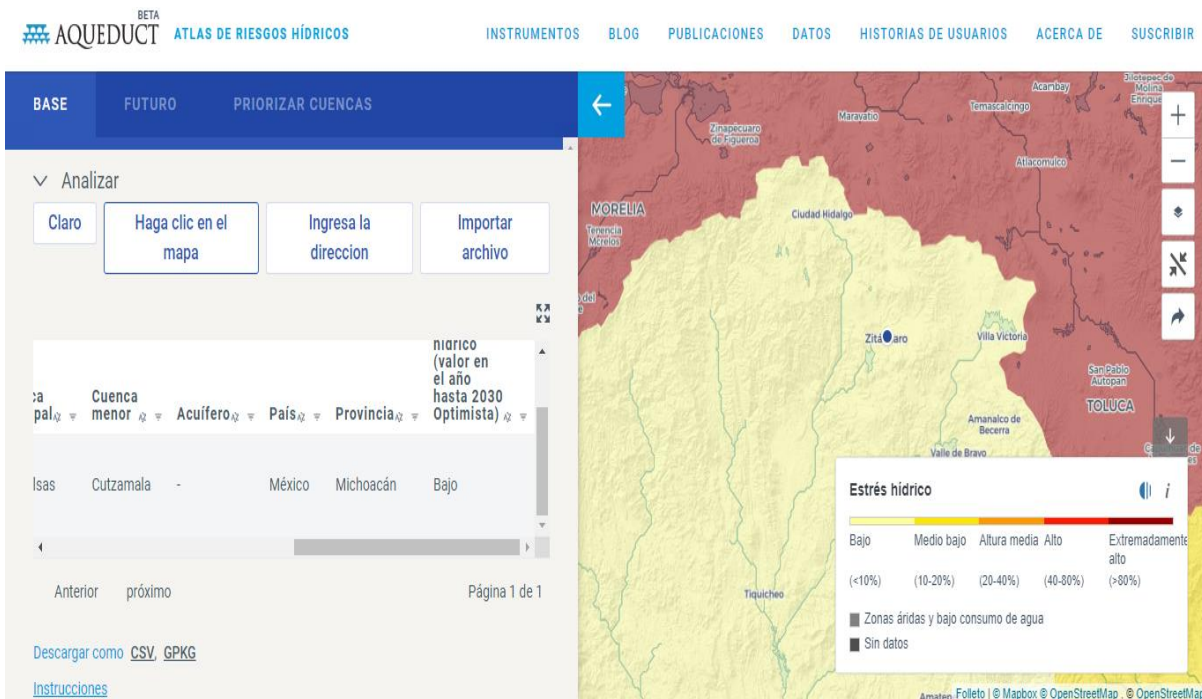
Figura 8. Estrés hídrico de junio.



Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.

Del mismo modo, en el mes de julio que es cuando Zitácuaro tiene más días de lluvia, se tiene un valor bajo con un porcentaje menor al 10%, representado en el mapa con el color beige.

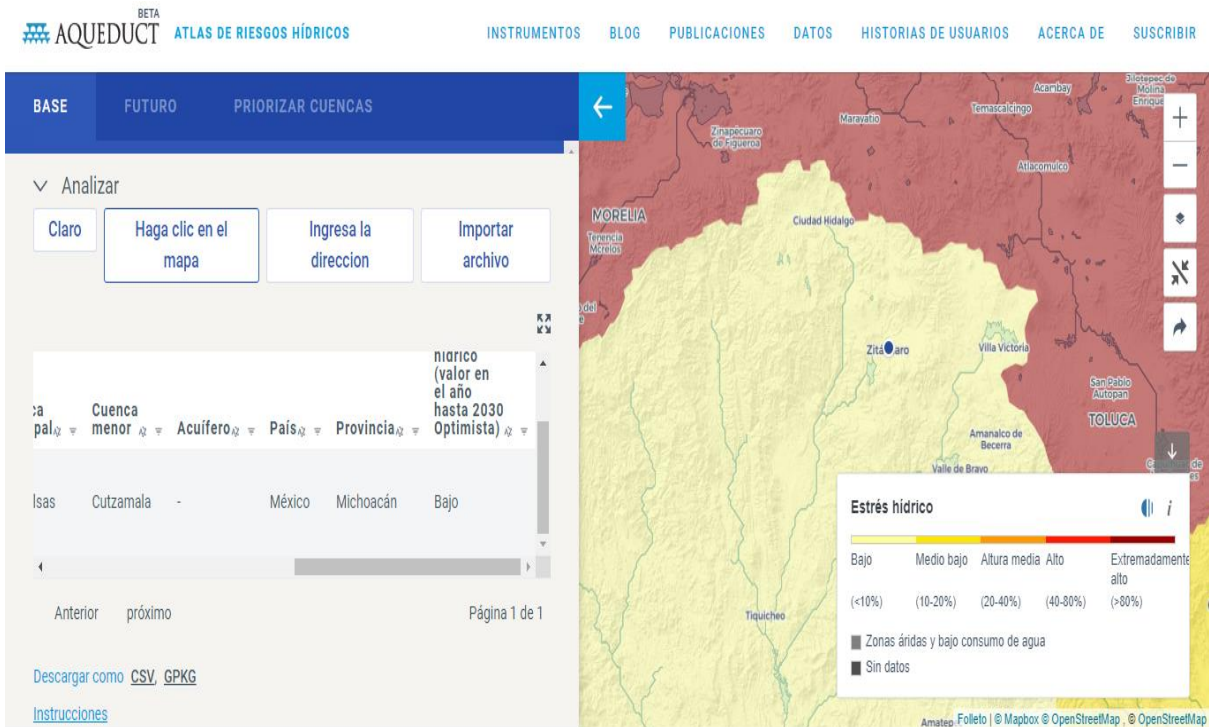
Figura 9. Estrés hídrico de julio.



Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.

Y en los siguientes meses; agosto, septiembre y octubre con un valor bajo y un porcentaje menor al 10%, representado en el mapa con el color beige.

Figura 10. Estrés hídrico de agosto, septiembre y octubre.



Nota: Información obtenida de Aqueduct BETA, consultada el 16 de mayo, 2022.

Sin embargo en SAPA se tiene pensado que por las circunstancias como son; la falta de cultura y el cuidado del recurso, estos factores serán por consecuencia que se tenga agua garantizada en la zona urbana de Zitácuaro de 5 a 10 años.

## **CONCLUSIÓN**

Para que se desarrollen las ecotecnologías necesitamos pasar por un programa de educación ambiental que permitan su adopción e implementación.

La educación ambiental es un instrumento necesario y con beneficios en la sociedad para la formación sobre problemas ambientales, cómo prevenirlos y/o darles una solución. De manera que, se debe incentivar a las personas a que realicen acciones para contrarrestar las situaciones que se están dando en el ambiente donde nos desarrollamos.

La EA conlleva muchos temas que se pueden enseñar a las personas, estos van desde como realizar una simple acción; sin embargo, lo que aquí nos importa son las ecotecnologías y principalmente los SCALL, pero ¿Cómo llegar a las personas mediante la educación ambiental sobre el tema de la captación de agua de lluvia?

De manera que, al realizar las entrevistas a las personas que ya han implementado este tipo de proyectos me condujeron a entender que existen varias formas, por lo que su inquietud para aprender de la ecotecnología sería mediante:

- Cursos y talleres prácticos
- Información teórica
- De forma presencial y ejemplos físicos
- Capacitaciones

Las ecotecnologías son una alternativa sustancial en estos tiempos donde el ser humano está destruyendo y terminando de forma rápida los recursos, por lo tanto con ellas podemos obtener potenciales beneficios a un desarrollo social, económico y ambiental, todo esto gracias a la adopción de las ecotecnologías y para este proyecto la más importante es el sistema de captación de agua de lluvias, entonces a partir de ella se tendría un rendimiento en costos al pago por el servicio del agua potable o en temporada de esquíaje donde los hogares se ven en la necesidad del pago por pipas, de modo que es una inversión a largo plazo, pero que se ve beneficiada en las

actividades del hogar. En la parte ambiental se cuida el recurso más importante para la vida y junto con ello un nivel social adecuado para la supervivencia.

No obstante, las ecotecnologías tienen en relación a la búsqueda de información un área no tan explorada, por lo que en esta investigación solo se logró obtener los datos requeridos de lo más importante como sus antecedentes, conceptos de forma general y de unos pocos autores.

Existen ciertos factores fundamentales para que este proyecto se realice en Zitácuaro, el primero es posible porque la educación ambiental ya es un elemento básico en todos los niveles escolares y en la sociedad, por ello implementar diferentes tipos de técnicas de educación ambiental en las escuelas o a grupos de personas es crucial y de aquí como segundo factor lleven a cabo la aplicación de un SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA DE LLUVIA ya que es fundamental en el municipio, porque al haber realizado la investigación sobre los problemas a futuro de la pérdida y la escasez de agua, es algo que ya se está notando, es decir, no es un enigma, es una situación real que no nos debe preocupar hasta que el asunto ya esté fuera de control, sino que ya se tienen que tomar las medidas necesarias, porque el momento de actuar es ahora. Y por último pero no menos importante otro agente es el clima, este es viable por tener meses específicos de lluvias en Zitácuaro y se requiere de esa agua para almacenarla.

A modo de cierre cabe señalar que el principal aporte de la investigación a la sociedad es que, la educación ambiental con ayuda de diferentes técnicas muestra lo que es un SCALL y se plantea como una acción preventiva al problema ya mencionado en todo el proyecto, por consiguiente en el ambiente es preciso señalar que las personas deben tomar conciencia de lo que le estamos haciendo a la tierra, el único planeta con agua.

## BIBLIOGRAFIA

- Ortiz, J., Masera, O., & Fuentes, A. (2014). *La Ecotecnología en México*. México: Imagia Comunicación.
- Legarreta Guerrero Manuel. (2015). *El agua*. México: FCE. p.45
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). *Estrategia nacional de educación ambiental para la sustentabilidad en México*. México: Pangea Producciones, S.A. de C.V.
- Gleason, J. (2014). *Sistemas de Agua Sustentables en las Ciudades*. México: Trillas.
- FAO. (2016). *Agua*. 2016, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sitio web: <https://www.fao.org/home/es>
- Natura Medio Ambiental. (2016) *¿Cuánta agua existe en la Tierra?* 2016, de Natura Medio Ambiental Sitio web: <http://www.natura-medioambiental.com/cuanta-agua-existe-en-la-tierra/>
- Severiche, C., Gómez, E., & Jaimes, J. (2016). La Educación ambiental como base cultural y estrategia para el Desarrollo sustentable. *Redalyc*, 18, 266-281.
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (Sedema), Isla Urbana (iu) Instituto Internacional de Recursos Renovables (irri). (2020). *Cosechar la Lluvia Manual para Instalar un Sistema de Captación Pluvial en tu Vivienda*. México.
- Arroyo, T. (2016). *Adopción e impactos de los sistemas de captación de agua de lluvia*. México: Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad Unidad de Ecotecnologías.
- Alejandro, D. (2016). *Adopción ecotecnológica en México*. 2016, de Ciencia MX noticias Sitio web: <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/energia/6664-adopcion-ecotecnologica-en-mexico-hacia-un-futuro-sustentable,%202020>
- CEPAL. (2017). *Ciudades inteligentes / sostenibles*. 2022, de CEPAL Sitio web: <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=159524&p=3349413>

- SEMARNAT. (2021). *La Carta de Belgrado*. 2022, de Gobierno de México Sitio web: <https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/documentos/la-carta-de-belgrado>
- CONAGUA. (2016). *Cultura del Agua*. 2022, de Gobierno de México Sitio web: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/cultura-del-agua>
- CONAGUA. (2017). *Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR)*. 2022, de Gobierno de México Sitio web: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-para-captacion-de-agua-de-lluvia-y-ecotecnias-en-zonas-rurales-procaptar>
- Gobierno de Zitácuaro Michoacán. (2020). *Plan Rector de Reforestación y Restauración de los Bosques del Municipio de Zitácuaro 2020-2024*. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo.
- Climate-Data. (2022). Clima Zitácuaro, México. 2022, Sitio web: <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/michoacan-de-ocampo/zitacuaro-28392/>
- Consejo Estatal de Población. (2020). Población en Michoacán. 2021, Sitio web: <https://coespo.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2021/02/Poblacion-en-Michoacan-2020.pdf>
- BETA AQUEDUCT. (2022). Análisis de estrés hídrico. 2022, Sitio web: [https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/#/?advanced=false&basemap=hydro&geoStore=21c30629ae1ac9b869e80763b82fbec1&indicator=bws\\_cat&lat=19.36767266532593&lng=-100.39512634277344&mapMode=analysis&month=1&opacity=0.5&ponderation=DEF&predefined=false&projection=absolute&scenario=optimistic&scope=baseline&timeScale=annual&year=baseline&zoom=12](https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/#/?advanced=false&basemap=hydro&geoStore=21c30629ae1ac9b869e80763b82fbec1&indicator=bws_cat&lat=19.36767266532593&lng=-100.39512634277344&mapMode=analysis&month=1&opacity=0.5&ponderation=DEF&predefined=false&projection=absolute&scenario=optimistic&scope=baseline&timeScale=annual&year=baseline&zoom=12)



## ANEXOS

Entrevista a personas que conocen el tema de las ecotecnologías y la educación ambiental, también residen en Zitácuaro, por lo tanto tienen conocimiento del problema del agua.

- 1.- ¿Tienes conocimiento acerca de problemas que existen del agua en Zitácuaro (o el lugar donde vives) y que puedan repercutir a futuro? (extiende tu respuesta)
- 2.- ¿Contribuyes a ése problema?
- 3.- ¿Crees que el agua de la que te abasteces, algún día se pueda terminar?
- 4.- ¿Has escuchado sobre la ecotecnología de un Sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia?
- 5.- ¿Te gustaría saber más sobre ésta ecotecnología?
- 6.- ¿Cómo te gustaría recibir la capacitación sobre la ecotecnología?
- 7.- ¿Aceptarías que se implementara en la zona afectada por la escasez de agua?

Entrevista a encargados de la asociación civil Isla Urbana y la empresa Xocalli dedicadas al tema de las ecotecnologías y la educación ambiental.

- 1.- ¿Cómo surgió la idea de su organización?
- 2.- ¿Cuántos años tiene este proyecto?
- 3.- ¿Cuáles son los proyectos que realizan dentro de la organización?
- 4.- ¿Qué opina acerca de las ecotecnologías?
- 5.- ¿Qué beneficios considera que traiga al medio ambiente implementar ecotecnologías en el hogar?
- 6.- ¿Considera que al implementar una ecotecnología en los hogares de áreas urbanas sea buena alternativa para el problema de la escasez del agua?
- 7.- ¿En qué consisten los SCALL?

8.- ¿En qué lugares se han implementado?

9.- Ustedes como ONG orientada a proyectos ambientales ¿Llevan a cabo programas de educación ambiental?

10.- En el tema de educación ambiental, ¿Ha sido bien adoptado el tema de los sistemas de captación de agua de lluvia?

11.- ¿Qué experiencias ha tenido en la educación ambiental relacionado a la captación de agua de lluvia de aspecto nacional?

12.- ¿Qué experiencias ha tenido en la educación ambiental relacionado a la captación de agua de lluvia de aspecto internacional?

Entrevista a encargados de SAPA y Obras Publicas dedicadas al tema de los problemas del agua y la educación ambiental.

1.- ¿Sabe hacia dónde está creciendo la mancha urbana del municipio de Zitácuaro?

2.- ¿Cuáles son las zonas que se encuentran con mayor crecimiento poblacional?

3.- ¿Sabe de dónde se abastece de agua el municipio?

4.- ¿Qué tanto han cambiado las demandas de servicios básicos como el agua potable en los últimos 30 años?

5.- ¿Cuántos hogares hasta hoy en día son abastecidos de agua potable y a cuantos habitantes del municipio equivale?

6.- ¿Cuántos pozos de abastecimiento hay?

7.- ¿Para cuantos años hay agua garantizada en la zona urbana de Zitácuaro?

8.- ¿Qué problemas existen sobre el agua en Zitácuaro y que puedan repercutir a futuro?

9.- ¿En qué lugar del municipio se dan más esos problemas o se podrían llegar a dar?

10.- Ustedes como dependencia del municipio y el organismo operador de agua potable ¿Llevan a cabo programas de educación ambiental?

11.- ¿Qué experiencias les ha quedado de esas actividades?

12.- ¿Solo las han realizado en el municipio?

13.- ¿Cuál es su opinión acerca de estos programas y de que se realicen a más personas, no solo a los niños?

14.- ¿Introduciría un plan sobre ecotecnologías?