



# Title: Implementación de humedales comunitarios para el saneamiento laguna de Cajititlán, Jalisco

**Authors:** CARO-BECERRA, Juan Luis, VIZCAÍNO-RODRÍGUEZ, Luz Adriana, LUJAN-GODÍNES,  
Ramiro and MICHEL-PARRA, J. Guadalupe

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2021-01

BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 16

RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**Holdings**

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# Introducción

Los humedales son sistemas diseñados para tratar las aguas residuales por medio de la *fitorremediación* sin alterar en lo mínimo posible el medio ambiente, esto se debe a que son ecotecnias con tecnología de filtración innovadora mediante *plantas macrófitas* flotantes además de ser una inversión relativamente pequeña en el logro de una eficaz depuración de las aguas que entran al humedal.

Este sistema de depuración de agua requiere de poco mantenimiento (por lo menos una vez al año) como lo es reemplazamiento de plantas muertas y eliminación del exceso de biomasa vegetal generado por el biofiltro.

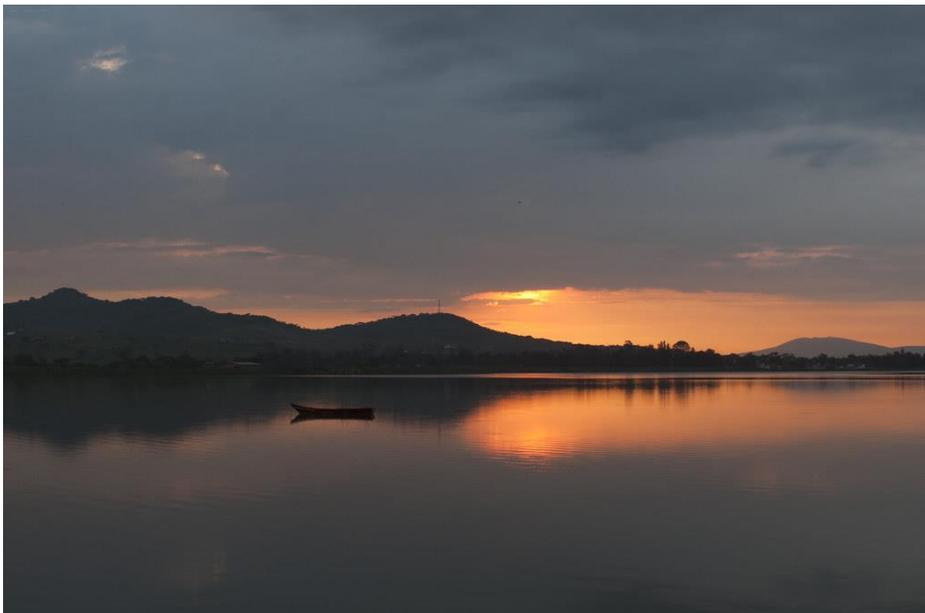
Los humedales comunitarios a través de plantas acuáticas cada ves cobran mayor relevancia y son aceptados en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) debido a una baja cobertura de alcantarillado sanitario, en su mayoría tratamientos in situ tales como: tanques sépticos, pozos de absorción y zanjas de filtración (Juárez. 2010).

Es por estas razones que han cobrado mas relevancia debido a una baja cobertura hidráulica que presenta el AMG. Un claro ejemplo de los altos índices de contaminación es ocasionado por descargas vertidas de metales pesados a sus ríos y arroyos a consecuencia de empresas cartoneras e industrias como Nestlé en el municipio El Salto, Jalisco (McCulligh, 2020)



# Antecedentes

Desde el punto de vista hidrológico el lago de Cajititlán constituye el segundo embalse natural de mayor importancia en el estado de Jalisco, ya que su capacidad de almacenamiento se estima alrededor de 54 millones de m<sup>3</sup> (CONAGUA, 2015) en una superficie de embalse de 1700 ha, como se puede apreciar en las siguientes figuras.



# Antecedentes históricos

La antigüedad de las chinampas se remonta a casi 2000 años antes de Cristo, según los especialistas se sitúan entre los años **200 y 800 dC** y sus años de esplendor fueron entre los años **1400 y 1600**. Es un hecho que con el paso del tiempo se ha perdido su origen, ya que no se han encontrado datos arqueológicos sobre la existencia de las chinampas antes de la época azteca.



# Desarrollo del Marco Teórico

Los humedales están estrechamente ligados con los Sistemas Ecológicos Naturales Artificiales (SENS) y pueden aplicarse sus técnicas de tratamiento de forma aislada, es muy importante tener en cuenta que la contaminación del agua en el medio ambiente tiene un carácter cíclico (Domínguez, 2015), por lo tanto, el objetivo es hacer un uso responsable de los recursos hídricos para mantener dicho ciclo.



- ▶ Los sistemas tipo SENS pueden tratar una gran variedad de contaminantes mediante procesos físicos, químicos y biológicos, incluyendo metales pesados, microorganismos patógenos y por supuesto **DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)**, **DQO (Demanda Química de Oxígeno)**, **SST (Sólidos Suspendidos Totales)** y otros parámetros para la medición de la calidad de las aguas residuales tales como: salinidad, conductividad hidráulica, acumulación de sedimentos suspendidos, así como la acumulación de biomasa.



# Metodología

- ▶ El primer paso en la construcción del jardín de plantas acuáticas fue la ubicación del sitio, una vez identificado el espacio, el siguiente paso fue implementar la colocación de *Schoenoplectus acutus* o *Salix bonplandiana* (planta típica de los humedales) cuya característica es soportar los excesos de agua.
- ▶ El segundo paso es unir ramas de tule para formar una valla, la cual esta se coloca en el fondo de los residuos de plantas acuáticas para formar una base que se dejará secar durante 15 días, luego se extrae el barro para rellenar el cerco que forma la chinampa.



# Tamaño del humedal

- ▶ El tamaño del humedal construido depende del efluente y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que necesita ser reducida con base en los resultados por **(Jenkins, 2015)** y por supuesto a las condiciones climáticas y de permeabilidad del suelo en la laguna de Cajititlán.
- ▶ **(Crites & Tchobanoglous, 1998)** proponen los siguientes cálculos, para determinar el tamaño de un humedal, por ejemplo, para una casa-habitación que depura  $240 \frac{lt}{fam} / día$  se requiere una profundidad de 0.60 m, un ancho 0.45 m y largo de 1.80 m y para una comunidad de **400 familias** que descargan **13.5 m<sup>3</sup>/seg** se requiere una profundidad de 0.75 m, un ancho de 5 m y largo de 21 m.

- ▶ Para el cálculo del tamaño del humedal se utilizó información climatológica de la estación La Huerta, municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos y como referencia la constante de velocidad de reacción  $K_r$  ( $\text{día}^{-1}$ ), la ecuación es la siguiente:

$$k_r = k_{20} * 1.06^{(T-20)}$$

La constante de velocidad de reacción a 20 °C ( $k_{20}$ ) varía en función de cada sistema a implementar (Crites & Tchobanoglous, 1998) estiman un  $k_{20} = 1.1 \text{ día}^{-1}$ , dichos valores de la actividad de microorganismos en el humedal que no pueden determinarse antes de su construcción, por lo que se recomienda un  $k_{20} = 1.1 \text{ día}^{-1}$  para humedales de aguas negras como el efluente del lago de Cajititlán.

$$k_r = k_{20} * 1.06^{(T-20)} = 1.35 * 1.06^{(27-20)} = 1.91 \text{ día}^{-1}$$

- ▶ Para el cálculo del tiempo de retención, dependerá del tiempo que el agua deba permanecer en el humedal, su ecuación es la siguiente:

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{kr}$$

- ▶ Cabe mencionar que el humedal de plantas acuáticas a implementar como prototipo en la laguna de Cajititlán puede disminuir los niveles de DBO pero no los puede eliminar.

Sustrato	Tamaño efectivo d10 mm	Porosidad efectiva $\eta$
Arena (media)	1	0.30
Arena (gruesa)	2	0.32
Arena con grava	8	0.35
Grava (media)	32	0.40
Grava (gruesa)	128	0.45

Tabla 1. Valores típicos para sustratos de humedales construidos artificialmente, d10 es el diámetro de una partícula en una distribución de peso de partículas que es menor al 10%

Fuente: Crites and Tchobanoglous

- ▶ La superficie del terreno necesario para el lecho del humedal de flujo subterráneo se determina de la siguiente manera:

$$As = \frac{Qave * t}{\eta * dw} = \frac{28.8 * 1.522}{0.35 * 0.60} = 208.73 \text{ m}^2$$

Donde  $Qave$  es el caudal medio del efluente del humedal ( $\text{m}^3/\text{día}$ ),  $t$  es el tiempo de retención hidráulica calculado en la ecuación (2), una profundidad en el sustrato de  $0.60 \text{ m}$  y una porosidad efectiva  $\eta = 0.35$  para arenas con grava, tomado de la **tabla 1**.

Por último, la longitud  $l$  del humedal construido artificialmente se calculó con la siguiente ecuación:

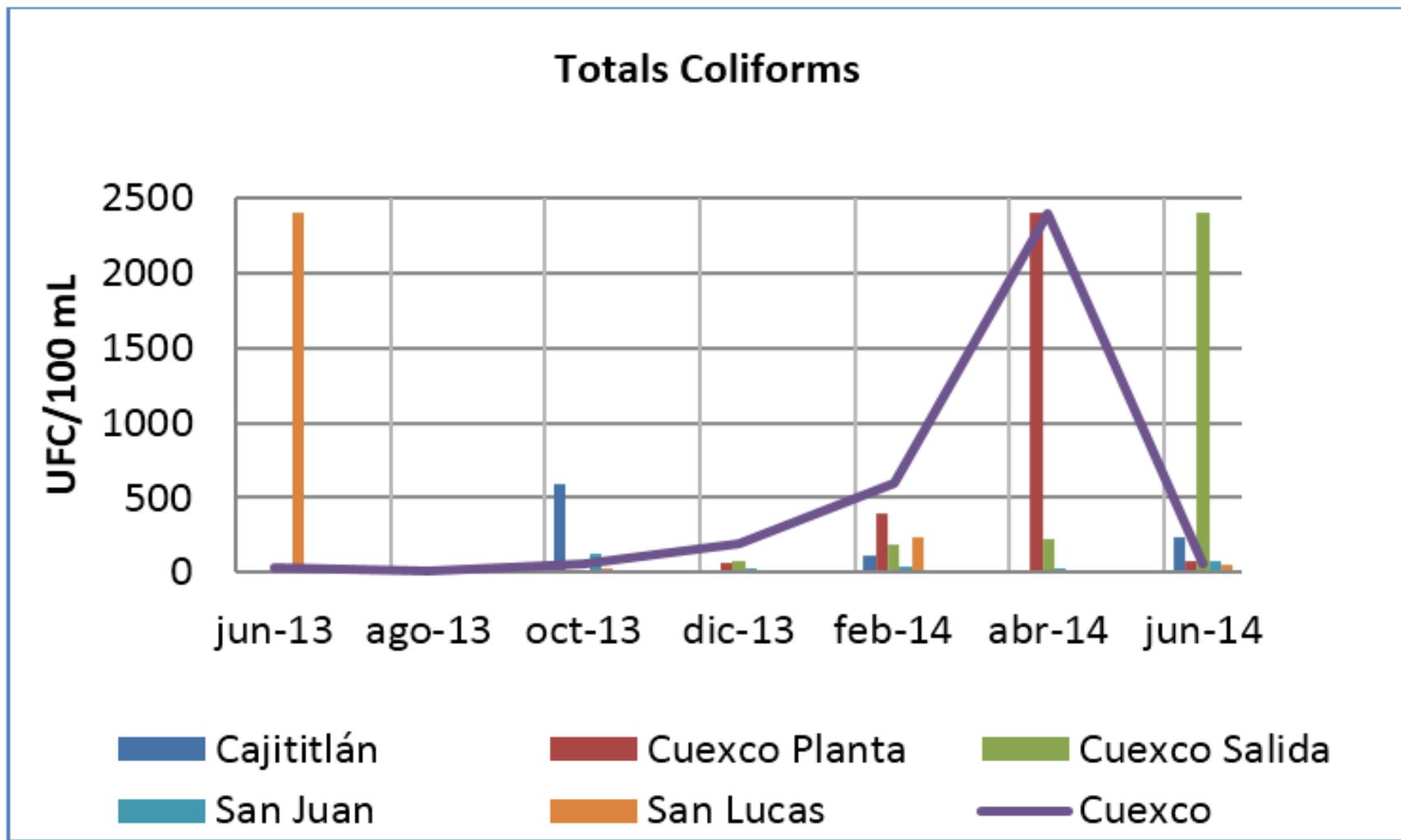
$$l = \frac{As}{w} = \frac{208.73}{10.20} = 20.46 \text{ m}$$

# Resultados

- ▶ El deterioro de la laguna de Cajititlán ha impulsado a diversos sectores de la sociedad a tomar acciones para rehabilitar y proteger el embalse a través de foros, asambleas y acuerdos a nivel de consejo de cuenca. Los investigadores de la **UPZMG** han presentados estudios de calidad del agua, limnología, hidrología de la cuenca, batimetría e inventario de la flora y fauna del lugar.
- ▶ Los estudios de calidad del agua indican niveles de temperatura de 20 a 30 °C, oxígeno disuelto **de 0.0392 a 17.35 mg/l**, organismos de coliformes fecales de **7 a 2400 UFC/100 ml** y organismos de coliformes totales de **5 a 2400 mg/l**, dichos indicadores nos muestran claramente que la laguna es un cuerpo de agua **altamente contaminado** y **con bajos niveles de oxígeno**, por lo que su recuperación es de suma importancia para las próximas generaciones, ya que con buenas prácticas de conservación, preservación y manejo de la laguna es como se puede sanear y recuperar Cajititlán.

# Diagnóstico Lago Cajititlán

- ▶ Cálida con temperaturas: 20 a 30 °C
- ▶ Bajo contenido de oxígeno disuelto: 0.392 a 17.38 mg/l
- ▶ Altamente alcalina con un pH muy alto: 9.52 - 17.38 mg/l
- ▶ Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días: 27.6 – 9.6 mg/l
  - ▶ Demanda Química de Oxígeno DQO: 394 – 14.76 mg/l
  - ▶ Sólidos Totales en suspensión: 0.405 – 0.454 mg/l
- ▶ Coliformes Totales: 5 – 2400 CFU/100 ml **(como se muestra en la grafica 1)**
- ▶ Mercurio: 0.005 mg/l en agua; 0.0250 – 0.0517 mg/kg en sedimentos;  
0.0250 – 0.0478 mg/kg en plantas y peces



**Gráfica 1. Gráfica de Coliformes Totales**

**Fuente: Vizcaíno Rodríguez, L. A. (2008)**

# Análisis Prospectivo

- ▶ El estado actual de la laguna de Cajititlán no permite revertir los efectos y consecuencias del deterioro ecológico en el que se encuentra, pero es de gran valor recuperar la cuenca hidrológica.
- ▶ Para lograr los objetivos planteados es necesario modificar las condiciones que se presentan actualmente, tales como: *altos índices de contaminación, inseguridad, acumulación de residuos sólidos* por parte de los visitantes, por citar solo algunos.
- ▶ Es necesario y urgente trabajar en estrategias de conservación en los humedales y sus problemas a resolver, *disminuir las descargas directamente a la laguna sin tratamiento alguno*, ya que esto genera malos olores y enfermedades tanto en la piel como gastrointestinales, como consecuencia se presenta un problema de salud pública en los sectores más vulnerables.

# Conclusiones y recomendaciones

- ▶ Los humedales comunitarios en **laguna de Cajitlán** contribuirán eficazmente a alcanzar los objetivos de este proyecto, además el tratamiento de las aguas residuales es darle un reúso sobre todo en el campo de la agricultura tecnificada.
- ▶ Los resultados de esta investigación han demostrado que se han mejorado las condiciones de calidad de vida, ya que las viviendas se convierten en unidades autosustentables, esto con el objeto de minimizar los problemas de contaminación relacionado con las aguas residuales.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/booklets](http://www.ecorfan.org/booklets))