

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/313200533>

IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES EN LA CUENCA DE CUITZEO POR LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MORELIA.

Conference Paper · October 2016

CITATIONS

0

READS

796

1 author:



Gersain Quiahua

Universidad Nacional Autónoma de México

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

SEE PROFILE



IV CONGRESO NACIONAL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS 2016

MANEJO DE CUENCAS EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO

IV CONGRESO NACIONAL 2016
Xalapa, Veracruz, México

MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

DEL 26 AL 28 DE OCTUBRE

SITIO WEB: www.iv-congreso-cuencas.org
INFORMES: congresocuencas@fogomex.org

MEMORIAS EN EXTENSO DE PONENCIAS ORALES

SECCIÓN I DE III

26 DE OCTUBRE DE 2016



IV CONGRESO
NACIONAL

**MANEJO DE CUENCAS
HIDROGRÁFICAS**
MANEJO DE CUENCAS EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

2016
XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO

“Memoria del IV Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas”

Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, SENDAS A. C.

Xalapa, Veracruz, Octubre 2016

Editores:

Dr. Marco Antonio Espinoza-Guzmán. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana (UV)

Antrop. Georgina Vidriales Chan. Senderos y Encuentros para un Desarrollo Autónomo
Sustentable, A.C. (SENDAS)

Dra. Clementina Barrera Bernal. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana (UV)

M.C. Miriam Ramos Escobedo, Global Water Watch-México, A.C. (GWW-México)

Revista electrónica: Avances y Perspectivas en Biotecnología y Ecología Aplicada, INBIOTECA-
Universidad Veracruzana

ISSN: En trámite

Los trabajos de esta memoria han sido seleccionados por el comité científico de entre las contribuciones enviadas con base en sus resúmenes, pero no han sido sometidos a un proceso de revisión por pares.

LOS CONTENIDOS SON RESPONSABILIDAD ÚNICA DE SUS AUTORES



PRESENTACIÓN

Manejo de Cuencas Hidrográficas en el Contexto de Cambio Climático, un título audaz y pertinente para un congreso que en su cuarta edición sigue en la búsqueda de la integración de diversos saberes para el manejo de cuencas donde los sistemas se nutren de su complejidad: social, ambiental cultural y económica.

Las propuestas de investigación, intervención y acción que incluyen esta Memoria, no es más que la suma de las múltiples alternativas desde diferentes visiones para abordar la cotidiana complejidad con un enfoque de cuenca, de los 354 trabajos sometidos se seleccionaron 182, mismos que se presentan en tres secciones, en extenso o sólo en la modalidad de resumen.

No deja de asombrar la diversidad de temas que se abordan desde diferentes campos del conocimiento, muchos de ellos especializados, multidisciplinarios e interdisciplinarios, todos en la búsqueda de la conservación de los recursos naturales que dan sustento a nuestra vida en el planeta.

Conforme el conocimiento humano avanza en la comprensión de las interrelaciones del medio natural y del impacto de nuestra especie sobre el mismo, es de importancia incorporar la dimensión de Cambio Climático a los trabajos en cuenca, pues es una realidad que nos ha alcanzado e impacta cotidianamente en la forma en que nos relacionamos con nuestro entorno, pues es cierto que todos vivimos en una cuenca.

El Cambio Climático sucede en la tierra desde hace millones de años, sin embargo, el uso de combustibles fósiles desde la era de la industrialización ha modificado los patrones del clima, una historia poco narrada en la historia de la humanidad, por primera vez documentada y sorprendentemente cambiante.

Esperemos que este tipo de eventos siga aportando al mejor conocimiento sobre las cuencas y alternativas para el manejo, gestión y/o cogestión de las mismas, a fin de sostener los servicios ecosistémicos que nos dan vida.

Comité Editorial

Octubre 2016



Índice

Mesa 1. Diagnósticos, modelos y análisis de procesos biofísicos a nivel de cuenca.....	9
Extenso ID: 92 Humberto Pérez-Pérez ^a , Lyssette E. Muñoz-Villers ^b . IMPACTO DEL CAMBIO EN EL USO DEL SUELO EN LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DEL SUELO Y SUS IMPLICACIONES HIDROLÓGICAS (CENTRO DE VERACRUZ MÉXICO).....	10
Extenso ID: 78 Eréndira A. Arellano-Leyva ^a , Lyssette E. Muñoz-Villers ^b ESCURRIMIENTO PLUVIAL DE UNA AZOTEA VEGETADA VERSUS UNA AZOTEA COMÚN, CIUDAD DE MÉXICO.....	22
Extenso ID: 112 Wenceslao Tobias Vásquez Pérez ¹ , Ronald Ernesto Ontiveros Capurata ² RELACIÓN PRECIPITACIÓN – CAUDAL EN TRES MICROCUENCAS DE LA SIERRA JUÁREZ, OAXACA, MÉXICO.....	35
Extenso ID: 321 Edelmira Ibarra Concepción ^a , María Elena GRANADOS GARCÍA, Juan Carlos GONZÁLEZ CORTÉS ^a , Carlos Alberto RAMÍREZ MANDUJANO ^a . Recuperación de zonas con diferentes tipos de degradación edáfica en la comunidad El escobal, municipio de morelia	45
Extenso ID: 309 Humberto Miguel Romero Uribe ^a , Robert Manson ^a , Isabelle Barois ^a y Bernardus de Jong ^b . CAMBIOS EN EL ALMACÉN DE C Y N TOTAL DEL SUELO A DIFERENTES PROFUNDIDADES Y DIFERENTES TIPOS DE USO DE SUELO, EN DOS SUBCUENCAS DEL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO.....	54
Extenso ID: 131. José Mariscal Romero ¹ , José Alfonso Valdez Cruz ² y Judith Arciniega Flores ³ . CUENCAS DE LA BAHÍA DE NAVIDAD, JALISCO: IMPACTOS E INUNDACIONES DE JOVA 2011 Y PATRICIA 2015.....	63
Extenso ID: 316. Esteban Chirino Miranda ^{ac} , María Elena Granados García ^b , Alberto Vilagrosa CARMONA ^{Ac} BALANCE HÍDRICO EN PINARES CON DIFERENTE DENSIDAD DE ARBOLADO Y SU EFECTO SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE ESTRATEGIA REBROTADORA.....	75
Extenso ID: 199. Miguel Ángel Domínguez Cortazar ^a , Rocío Rodiles Hernandez, ^b Iris Neri Flores ^C . LA NATURALIDAD DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO USUMACINTA..	85
Extenso ID: 367. A. Muñoz- Hernández, Alex Mayer, E. Vivoni y A. Robles-Morua. DESARROLLO DE UN MODELO INNOVADOR ENTRE EL NEXO ENERGÍA-AGUA-ALIMENTOS EN SONORA: EL CASO DEL ACUEDUCTO INDEPENDENCIA.....	96
Mesa 2. Programas de PSA a nivel de cuenca: mecanismos de evaluación y fortalecimiento a nivel de cuenca.....	97
Extenso ID: 33. Socorro Menchaca Dávila ^a , Karina Zapata Cuellar ^b PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES DESDE LA PERCEPCIÓN CIUDADANA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC, VERACRUZ, MÉXICO.....	98
Extenso ID: 35. David M. Torrez; Avila-Foucat V.S. REDES SOCIALES Y GOBERNANZA: LA EXPERIENCIA DE LOS MECANISMOS LOCALES DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PIXQUIAC Y GAVILANES, VERACRUZ.....	107



Extenso ID: 370. Alex Mayer, Jacob Salcone, Heidi Asbjornsen, Z. Carter Berry, Russ Congalton, Randall Kolkka. Application of Coupled Human-Natural Systems Model for Assessing Trade-Offs Between Watershed Ecosystem Services in Veracruz, Mexico 120

Extenso ID: 369. EDÉN HERNÁNDEZ VÁSQUEZ. REFORESTACIÓN DE CUENCAS HIDROGRAFICAS A TRAVÉS DE LA COMPENSACIÓN AMBIENTAL 122

Extenso ID: 197. Kenia Arellano Llamas^a ¿QUÉ DEFINE EL ÉXITO DE LOS MECANISMOS DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN UNA CUENCA? 130

Extenso ID: 169. María Perevochtchikova^a . EVALUACIÓN INTEGRADA DE EFECTOS DE PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS EN AJUSCO, DISTRITO FEDERAL..... 138

Mesa 3. Ambientes ribereños y humedales, conexiones entre zonas altas y bajas de cuencas. 151

Extenso ID: 119. Robles Guadarrama Carlos Augusto, Pacheco Mamone Alejandra, Velasco Vázquez María de Lourdes, Ernesto Pereda Rivera, José Rodolfo Olmos Zepeda, Asael Angel Santiago. RESULTADOS PRELIMINARES DEL DIAGNÓSTICO RIPARIO EN SIETE EJIDOS DE LA CUENCA DEL RÍO HUAZUNTLÁN 152

Extenso ID: 93. Luis Bravo-Inclán a, José Javier Sánchez-Chávez ^a, Ana Cecilia Tomasini-Ortiz ^a, Rebeca González-Villela ^a y Marco Mijangos-Carro ^a. REHABILITACIÓN LACUSTRE: CONEXIÓN ENTRE LA CUENCA Y EL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN..... 166

Extenso ID: 76. Cueto Espinosa Eliobeth. ESTADO ECOLÓGICO DEL BOSQUE DE RIBERA Y SU RELACIÓN CON AZOLVE EN MANGLARES EN LA CUENCA RÍO ZANATENCO, TONALÁ, CHIAPAS. 180

Extenso ID: 328. María Mercedes Castillo-Uzcanga^a, Aarón Jarquín-Sánchez^b, Arturo Torres Dosal^c, Rocío Rodiles-Hernández^d. NUTRIENTES EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO USUMACINTA: COMPARACIÓN ENTRE EL CAUCE PRINCIPAL Y LAS LAGUNAS DE INUNDACIÓN 192

Extenso ID: 51. Camacho-Valdez Vera^a, Saenz-Arroyo María Andrea^b, Rodiles-Hernández María del Rocío^b, Navarrete-Gutierrez Darío^b. VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN HUMEDALES. CASO ESTUDIO: DELTA DEL USUMACINTA, MÉXICO 198

Extenso ID: 7. Real-De-León, Elizabeth¹, Granados-Puerto, Silvia¹ y Valdés-Lozano, David S.¹. BALANCE DE MATERIA EN LA CUENCA-CALETA XEL-HA Y OTRAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, MÉXICO 211

Extenso ID: 171. Karina de la Rosa Meza^a, Mario Brambila Rodriguez^b, Isaac Castillo Cruza, María de los Ángeles Carvajal^c . EVALUACIÓN DE ZONAS DE RESTAURACIÓN PESQUERA EN MARISMAS NACIONALES, CON LA PARTICIPACIÓN DE PESCADORES 227

Mesa 4. Sistemas de monitoreo de cuencas. 240

Extenso ID: 125. Lorelí Carranza-Jiménez ^a, Robert H. Manson ^a, Gabriela Vázquez ^a, Alex Mayer ^b. NUTRIENTES (NO₃⁻, PR) Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN RÍOS DE PASTIZALES Y CAFETALES DEL CENTRO DE VERACRUZ: UN ENFOQUE DE MONITOREO ESTACIONAL Y EN TORMENTAS. 241



Extenso ID: 151. Ameyalli Rios-Vázquez ¹ , Alexis Joseph Rodríguez-Romero ¹ , Axel Eduardo Rico-Sánchez ¹ , Jacinto Elías Sedeño-Díaz ² , Eugenia López-López ¹ . EL BIOMONITOREO COMO UNA HERRAMIENTA POTENCIAL DE LA EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO BOBOS, VERACRUZ.....	253
Extenso ID: 12. José Manuel Vilchis Vilchis. IMPORTANCIA DEL MONITOREO HIDROMETEOROLOGICO DE LA CUENCA, CASO CUENCA VALLE DE BRAVO-AMANALCO.....	265
Extenso ID: 206. Luis Andrés Gómez Urieta ^{1a} , Eduardo Gabino Aragon Chanona ^{2b} José Reyes Díaz Gallegos ^{3c} . ANÁLISIS DE LA DESTRUCCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS COSTEROS DE LA RIVIERA MAYA, UTILIZANDO FOTOGRAFÍAS AÉREAS E IMÁGENES DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUCIÓN.....	275
Extenso ID: 16. Álvarez-Gallegos, M ¹³ ., Vargas – Larreta, B ¹ ., Aguirre – Calderón, C. G ¹ ., Aguirre – Calderón, C.E. ¹ , Reza-Reza, K. ¹ . EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE SUELOS EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO NAZAS.	289
Extenso ID: 358. Víctor Hugo García Pacheco ^a , Eva Nayeli Guzmán Rodríguez ^b , Sergio Alberto Beauregard Mora ^c . RED DE ABASTO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC.....	298
Extenso ID: 74. Eduardo Aranda-Delgado ^a , Eduardo Castilleja Delgado ^a , Fernando Sotres Castillo ^a , Miriam G. Ramos-Escobedo ^b , Sergio Ruiz-Cordova ^c , Adriana Flores-Díaz ^d y Rolf Kral Sosa Acosta ^a . 10 AÑOS DE MONITOREO GWV EN RÍO PIXQUIAC EN ZONCUANTLA, COATEPEC, VER.....	306
Extenso ID: 366. Cody Adkinsa, Miriam G. Ramos Escobedob, Alex Mayera, Robert Pastela, Robert Mansonc. RÍO MÍO – UNA APLICACIÓN DE CIENCIA CIUDADANA PARA LA COLECCIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LA SALUD DE RÍOS.....	319
Mesa 6. Procesos sociales y culturales con relación al manejo de cuencas.....	320
Extenso ID: 132. Clara Margarita Tinoco-Navarro ^a , Raúl Pineda-López ^b , Gabriela Barrera-Aguirre ^c . PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD DEL CENTRO REGIONAL DE CAPACITACIÓN EN CUENCAS.	321
Extenso ID: 79. Salvador Luna Vargas ^a , Larisa I. Alcérreca Molina ^b , Irma B. Suárez Rodríguez ^c . EL APROVECHAMIENTO TURÍSTICO DEL AGUA EN LA HUASTECA POTOSINA: ALGUNOS RETOS ANTE SU NOMBRAMIENTO COMO GEOPARQUE UNESCO.....	330
Extenso ID: 135. Jorge Alejandro Negrete Ramírez ^a , Mará de Los Ángeles Piñar Alvarez ^b , Udavi Cruz Márquez ^c . CONSTRUCCIÓN DE IDENTIDAD DE CUENCA Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA. EXPERIENCIAS DE INTERVENCIÓN EDUCATIVA EN CUATRO MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO LA ANTIGUA, VERACRUZ, COMO CASOS DE ESTUDIO.	341
Extenso ID: 224. Blanca Elizabeth Cortina Julio y Enrique Portilla Ochoa. EDUCACIÓN Y PLANEACIÓN PARTICIPATIVA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE EN COMUNIDADES RIBEREÑAS DEL SISTEMA LAGUNAR DE ALVARADO, VERACRUZ.....	349
Extenso ID: 105. Rosalinda Uribe Visoso ¹ , Rita Vázquez del Mercado Arribas ² , Roberto Romero Pérez ³ . EDUCACIÓN Y CULTURA AMBIENTAL PARA IMPULSAR UNA GESTIÓN SOSTENIBLE EN LA MICROCUENCA LA VENTA.....	353



Extenso ID: 359. Dulce Livier Pérez Gámez. EL AGUA DE TU ESCUELA VIENE DE LA CUENCA "PROGRAMA DE FORMACIÓN DE COLECTIVOS ESCOLARES: AGENTES H2O"	362
Extenso ID: 143. Alejandra Pacheco Mamone ^a , Carlos A. Robles Guadarrama ^b , María de Lourdes Velasco Vázquez ^c , Ernesto Pereda Rivera ^d . BALANCE HISTÓRICO Y ANÁLISIS DE PROCESOS COGNITIVOS REFERIDOS A UNA EXPERIENCIA DE RESTAURACIÓN INTEGRAL ECOLÓGICA EN LA SIERRA DE SANTA MARTHA, VERACRUZ.....	369
Extenso ID: 325. Leticia Villalobos Sampayo y Guadalupe Mariana Pacheco Vázquez. EL EFECTO URBANO EN EL RÍO ATOYAC Y SUS CONSECUENCIAS EN LA VIDA RITUAL Y COTIDIANA EN UN CENTRO DE PEREGRINAJE.	381
Mesa 7. Impacto de las actividades humanas sobre las cuencas.	392
Extenso ID: 177. Esther Galicia Hernández. UNA MIRADA HISTÓRICA DE LAS AFECTACIONES-IMPACTOS AL SISTEMA HÍDRICO DE LA MICROCUENCA DE LA CIUDAD DE PUEBLA. Siglos XIX y XX.....	393
Extenso ID: 291. Gersain Quiahua Alamillo. IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES EN LA CUENCA DE CUITZEO POR LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MORELIA.	406
Extenso ID: 360. Fátima Guadalupe Lira Hernández ^{1a} y Diana Elisa Bustos Contreras ^{2b} VALORACIÓN SOCIAL DEL SERVICIO DE CONTROL DE AVENIDAS E INUNDACIONES EN LA MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES EN MOROLEÓN, GUANAJUATO.....	421
Extenso ID: 374. Sebastián Ricalde-Gonzalez ^a y María de los Ángeles Piñas-Alvarez ^b . IMPACTO DE ACTIVIDADES TURÍSTICAS SOBRE LA CUENCA DEL RÍO LA ANTIGUA. EL CASO DE JALCOMULCO, VERACRUZ, MEXICO	432
Extenso ID: 103. Eveline Woitrin Bibot. ALTERACIÓN DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS DE TEMPORAL EN LA CUENCA DEL RÍO SILAO, ESTADO DE GUANAJUATO: ¿CAUSAS CLIMÁTICAS O ANTRÓPICAS?	442
Extenso ID: 217. Carlos Alberto Velázquez Sanabria ^a , Alonso López Cruz ^b , Pedro Martínez Muñoz ^c , Miguel Sánchez Gómez ^d . IMPACTO DE ACTIVIDADES HUMANAS EN DOS CUENCAS DEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS	453
Extenso ID: 71. Helena Cotler ^a , Carlos Arroyo ^c , Fabiola A. González ^e , Jorge Larson ^b , Javier Rodríguez ^d . EFECTOS DE LA INTENSIDAD DEL USO DEL SUELO SOBRE LAS FUNCIONES ECOLÓGICAS DEL SUELO Y LA INTEGRIDAD DE LAS CUENCAS	466
Extenso ID: 97. Swany Morteo Montiel ^a , Martha Bonilla Moheno ^a , Carlos A. Muñoz Robles ^b , Luciana Porter Bolland ^c y Edward A. Ellis ^d . FACTORES CATALIZADORES DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN ATZALAN, VERACRUZ: UN CASO DE TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE DENTRO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO BOBOS..	475
Extenso ID: 274. Rafael Hernández-Guzmán ^{a*} , Arturo Ruiz-Luna ^b . DINÁMICA DE LOS CAMBIOS EN LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DE LA SUB-CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO, UTILIZANDO DATOS DE PERCEPCIÓN REMOTA.	490



Extenso ID: 298. Jannette Karina Campos Vara¹, Salvador Adame Martínez², Bruce Hunter³, Edel G. Cadena Vargas⁴, Mario R. Martínez Menez⁵. LA CUENCA DEL VALLE DE TOLUCA, UN ANÁLISIS DE 40 AÑOS DE CAMBIOS DE USOS DE SUELO Y SU INFLUENCIA EN LA DEGRADACIÓN DE SUELO Y CALIDAD DEL AGUA 500



IV CONGRESO
NACIONAL

**MANEJO DE CUENCAS
HIDROGRÁFICAS**
MANEJO DE CUENCAS EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

2016
XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO

Mesa 7. Impacto de las actividades humanas sobre las cuencas.



Extenso ID: 291. Gersain Quiahua Alamillo. IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES EN LA CUENCA DE CUITZEO POR LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MORELIA.

[Regresar al índice](#)

Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad - IIES) gersainq@cieco.unam.mx

Resumen

La cuenca del lago de Cuitzeo se localiza en el estado de Michoacán México, donde el principal centro de población es la ciudad de Morelia que se ubica en la cuenca media. Este centro de población en los últimos 40 años tuvo un crecimiento urbano significativo y de algunas actividades industriales (industria papelera) lo que ha provocado aumento de aguas residuales, las cuales no reciben un saneamiento óptimo y causan impactos sociales y ambientales negativos en la cuenca baja.

Los daños ambientales se presentan en el principal río de la cuenca (Río Grande de Morelia) y en el ecosistema lacustre del lago de Cuitzeo. El Río Grande transporta las aguas residuales de la ciudad hasta el lago pasando por el Distrito de Riego-020 (DR-020) donde estas aguas son aprovechadas para el riego agrícola, específicamente en el módulo III del municipio de Álvaro Obregón ubicado en la cuenca baja. Este río se encuentra fuertemente deteriorado como consecuencia del agua residual que transporta a lo largo de su cauce (45 km), mientras el lago de Cuitzeo también presenta degradación por ser el receptor final de las aguas residuales la ciudad de Morelia y otras poblaciones. Los impactos sociales se perciben en la salud y bienestar de sociedades rurales que se asientan en las márgenes del Río Grande y en afectaciones económicas en las actividades agrícolas del DR-020 y en las pesquerías que se practican en el lago de Cuitzeo.

Los daños ambientales fueron descritos con información cuantitativa que fue recuperada en fuentes previamente publicadas (tesis, libros, artículos, ensayos, etc.) mientras que los impactos sociales se desarrollaron con información recabada en campo (entrevistas a agricultores, pescadores, asistencias a reuniones, recorridos, observación participativa) y se presentan en un formato donde la voz de los afectados es la fuente de información. La investigación se realizó entre 2013 y 2014.

Palabras clave: cuenca, impactos socio-ambientales, aguas residuales.



1 INTRODUCCIÓN

Las aguas contaminadas (aguas residuales) en las últimas décadas han generado problemáticas socio-ambientales en todo el mundo que se agudizan con los procesos de urbanización. Actualmente se estima que los centros urbanos continuarán creciendo y acrecentando problemáticas sociales (pobreza urbana, enfermedades de origen hídrico, conflictos campo-ciudad) y ambientales (deterioro de ecosistemas, sobreexplotación de acuíferos, contaminación de ríos y lagos) por el aumento de descargas de aguas residuales provenientes de actividades domésticas e industriales (UN, 1996; Barkin, 2006; Ávila, 2004).

A partir de 1970 las problemáticas socio-ambientales por el agua residual empezaron a ser temas de interés público (internacional y nacional) así como en la investigación científica. Ello desembocó en propuestas novedosas para su solución tales como: la gestión integrada de cuencas, la valoración económica del agua, pago por servicios ambientales y una regulación ambiental acorde a los nuevos escenarios socio-ambientales (Avila, 2004; MEA, 2005; IPCC, 2007).

Por todo lo anterior la presente investigación pretende aportar conocimiento sobre los impactos sociales y ambientales en una cuenca endorreica como consecuencia de las aguas residuales que desecha un centro urbano. La zona de estudio es la cuenca del lago de Cuitzeo en el estado de Michoacán en México, donde la ciudad de Morelia es el principal centro urbano de la cuenca que genera aguas residuales.

El crecimiento de la ciudad de Morelia y de las actividades económicas (principalmente industriales) ha provocado en los últimos 40 años impactos negativos en la cuenca baja que se reflejan en el deterioro del ecosistema lacustre del lago de Cuitzeo y afectaciones al bienestar de poblaciones rurales que se asientan en la cuenca baja como consecuencia de las aguas residuales que desecha. Las aguas residuales que genera la ciudad son una mezcla de aguas de origen doméstico e industrial, estas últimas de la industria papelera que no se sanean adecuadamente y son el insumo en actividades agrícolas y pesqueras en la cuenca baja.

Para lograr lo planteado se trabajó sobre los objetivos siguientes:

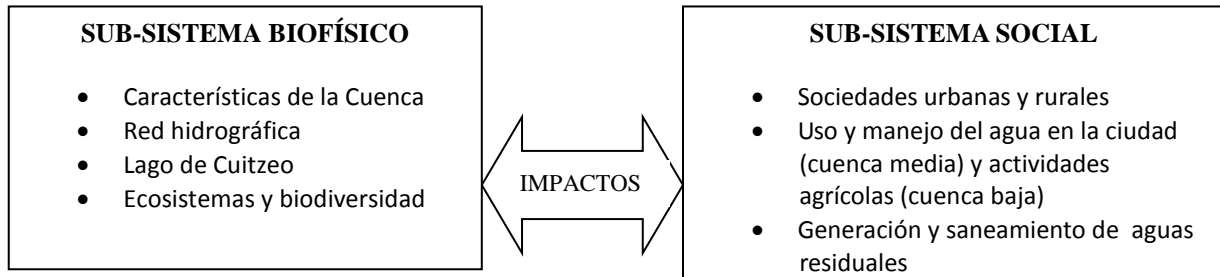
- Conocer los impactos sociales y ambientales en la cuenca baja del lago de Cuitzeo por las aguas residuales de la ciudad de Morelia.
- Conocer los aspectos biofísicos de la cuenca y las sociedades humanas que están en la cuenca y como su interacción genera daños a los ecosistemas y a las mismas sociedades.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Para abordar la problemática fue necesario apoyarse en un marco conceptual y metodológico interdisciplinario que considere tanto escenarios naturales como sociales y las relaciones entre ambos. Para ello se echó mano de la Teoría de los Sistemas Complejos propuesta por Rolando García (2006) el cual define un problema socio-ambiental como un sistema complejo al decir que es: un sistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por medio de la explotación de sus recursos naturales o bien por la instalación de asentamientos humanos de diverso tipo, incluyendo las urbanizaciones y obras de infraestructura.

Para lograr tal aproximación fue necesario integrar un sistema con sub-sistemas que integraran al sistema de estudio (sistema complejo) cuya relación entre sí da origen a la problemática socio-ambiental de estudio (Figura 1).

Figura 1. Sistema de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

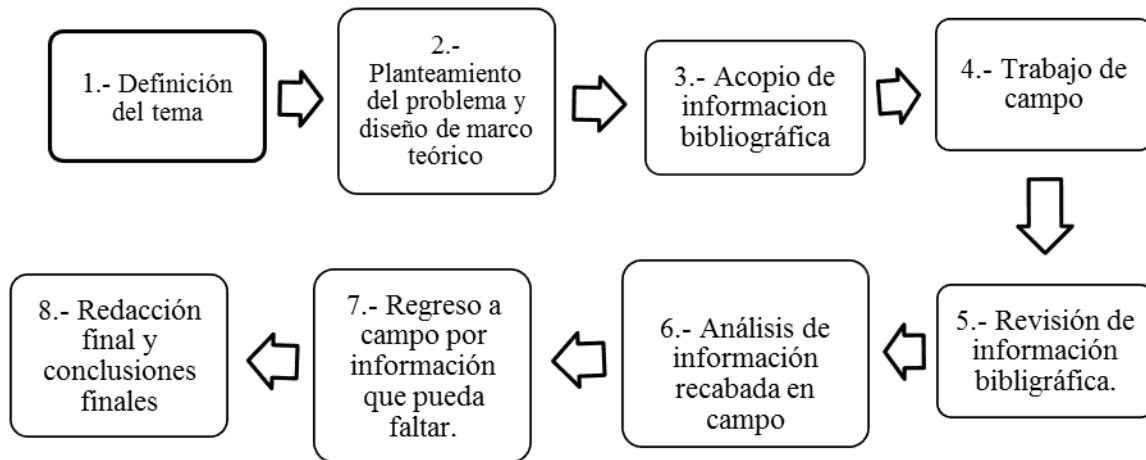
El estudio por separado y en conjunto de los sub-sistemas biofísico y social permitirá abordar y entender los impactos socio-ambientales en la cuenca desde una perspectiva interdisciplinaria.

Cada sub-sistema tiene características, dinámicas propias y cada uno pertenece a campos disciplinarios diferentes por ello fue necesario contar con información documental y de campo y recurrir al uso de técnicas cuantitativas y cualitativas. La investigación documental se limitó al acopio información bibliográfica (libros, artículos, reportes) y datos (censos, estadísticas) para explicar a los sub-sistemas biofísico y social.

Los impactos sociales y ambientales, que son el resultado de la interacción de los dos sub-sistemas se describieron a través de la investigación de campo donde se utilizaron técnicas como la observación, la entrevista y la asistencia a reuniones, todo ello con la finalidad de interpretar la problemática con información proveniente de las palabras de los actores afectados (campesinos y pescadores entrevistados) según su situación (emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos) (Cantrell, 1999; Hernández Sampieri, 2010).

El trabajo de campo se llevo a cabo con agricultores del Distrito de Riego DR-020 del módulo III del municipio de Álvaro Obregón y pescadores del Lago. La información de los daños sociales no se presenta a través de gráficas, ni variables binarias o con parámetros que midan éxito o fracaso, afecta o no afecta, indiferente, etc. El aporte de la investigación es presentar una perspectiva de la problemática socio-ambiental desde el punto de vista de los actores directamente afectados por la contaminación del agua residual en la cuenca baja (Figura 2).

Figura 2. Proceso de la investigación.



3 RESULTADOS

Aspectos biofísicos de la Cuenca del lago de Cuitzeo.

La cuenca tiene una condición endorreica, es decir que las aguas de sus afluentes confluyen a un punto común que es el ecosistema lacustre del lago de Cuitzeo (Tabla 1 y Figura 3).

Tabla 1. Parámetros generales de la cuenca.

Propiedad	Valor
Tipo de sub-cuenca	Endorreica
Área (km ²)	4,023.6
Elevación Máxima en la sub-cuenca (msnm)	3,420
Elevación Mínima en la sub-cuenca (msnm)	1,840

Fuente: SIATL, 2014.

La época calurosa en la cuenca va del mes de abril al mes de septiembre siendo mayo y junio los más cálidos y julio, agosto y septiembre los meses donde la temperatura disminuye. La precipitación es variable y va de 600 a 800 mm anuales; en la parte baja de 800 a 1,000 mm y en las altas es mayor a 1,200 mm anuales (Vidal, 2005; Israde-Alcántara *et al.*, 2009).

Tales condiciones ambientales permiten que en la cuenca estén diversas especies de organismos como: 23 especies de peces, 50 especies de anfibios y reptiles, de aves han reportado 296 especies, de mamíferos 161 (Villaseñor, 1994; Medina *et al.*, 2003; Flores, 2004; Núñez, 2005; Ponce, 2005).

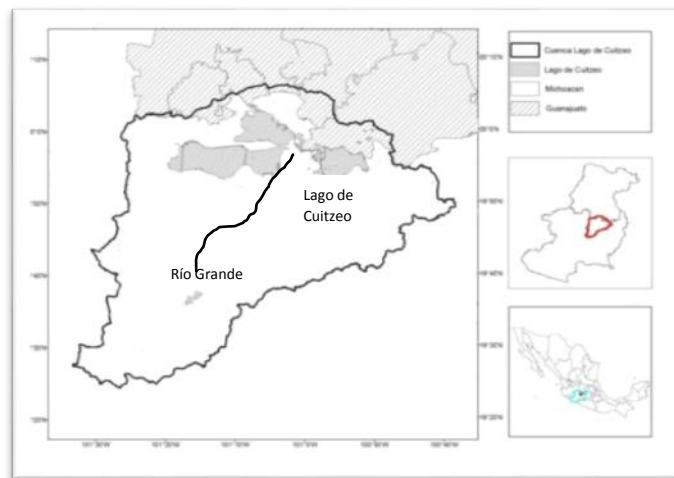


Los principales ecosistemas en la cuenca son: bosque de Oyamel, bosque de Pino, bosque de Encino, bosque Mesofilo, bosque Tropical Caducifolio y matorrales subtropicales así como vegetación acuática del lago y de los ríos (López *et al.*, 2012).

Las principales corrientes superficiales de la cuenca son el Río Grande de Morelia y el Río Queréndaro: el primero recorre la cuenca desde la porción Sur hasta el lago y el segundo por la parte Este. Además existen otros ríos menores como el Zinapécuaro o el Río Chiquito de Morelia, además de algunos arroyos intermitentes y manantiales termales (Chacón, 2000; García *et al.*, 2005).

El lago de Cuitzeo se encuentra al fondo de la cuenca y tiene una extensión de 400 km², se originó hace aproximadamente 7 millones de años. Los registros geológicos lo caracterizan como somero el cual ha experimentado eventos de desecación y variaciones climáticas importantes (Buenrostro-Israde, 2003; Mendoza *et al.*, 2005; Israde-Alcántara *et al.*, 2009) (Figura 3).

Figura 3. Ubicación geográfica de la cuenca de Cuitzeo.



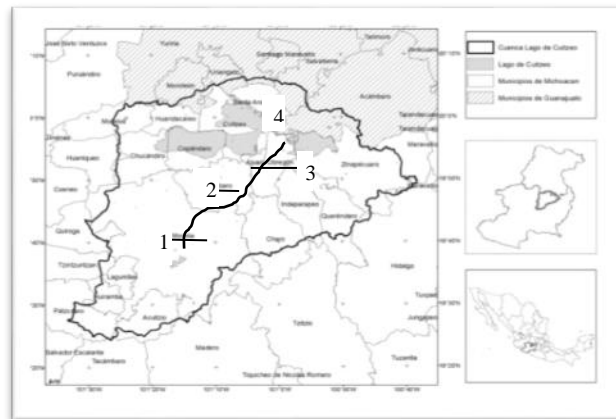
Fuente: Elaboración en QGIS.



Sociedades (urbana y rural) en la cuenca

La división política en la cuenca comprende 23 municipios del estado de Michoacán y cinco de Guanajuato (Figura 4). El municipio de Morelia registra mayor población (597,511 habitantes), lo que implica un consumo de agua de más de 144 millones de m³/año, de la cual 90 m³/año son de aguas residuales y de estas solo 65 millones de m³/año son sometidas a saneamiento a través de métodos básicos (Ávila, 2006; INEGI, 2010^a; OOAPAS 2013; REPDA-CONAGUA, 2014).

Figura 4. División política de la cuenca del lago de Cuitzeo.



Fuente: Elaboración en QGIS.

En la cuenca la problemática socio-ambiental se origina en la ciudad de Morelia (1) y los municipios de Tarimbaro (2), Álvaro Obregón (3) y el ecosistema del lago de Cuitzeo (4) son los receptores de las aguas residuales de la ciudad. Entre los tres municipios involucrados en la problemática albergan una población de 828,815 habitantes (INEGI, 2010).

Los impactos ambientales del agua residual: Río Grande y Lago de Cuitzeo

Los datos colectados para ilustrar el estado ambiental de Río Grande provienen de dos estudios realizados por Mathuriau (2010a y 2010b), de datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y de una tesis.

El primer estudio de Mathuriau demostró que en la época de lluvias (noviembre 2005) el río presenta una Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 105 mg/l y una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) de 62 mg/l. En la época seca (mayo 2006) presentó una DQO de 455 mg/l y la DBO₅ de 296 mg/l. Estas cifras de acuerdo a los criterios de la CONAGUA (2013a) el río se encuentra contaminado a muy contaminado (Ver Tabla 2 y 3).



Tabla 2. Indicador de la calidad del agua.
Parámetro DQO.

Parámetro	Clasificación
$DQO \leq 10$	Excelente
$10 < DQO \leq 20$	Buena calidad
$20 < DQO \leq 40$	Aceptable
$40 < DQO \leq 200$	Contaminada
$DQO > 200$	Muy contaminada

Fuente: CONAGUA 2013a

Tabla 3. Indicador de la calidad del agua.
Parámetro DBO₅.

Criterio	Clasificación
$DBO_5 \leq 3$	Excelente
$3 < DBO_5 \leq 6$	Buena calidad
$6 < DBO_5 \leq 30$	Aceptable
$30 < DBO_5 \leq 120$	Contaminada
$DBO_5 > 120$	Muy contaminada

Fuente: CONAGUA 2013a

En el segundo estudio Mathuriau uso organismos macro-invertebrados como indicadores de la calidad del agua. Los resultados mostraron cambios significativos en las comunidades de los macro-invertebrados a lo largo del río. Las familias Perlidae, Nemouridae y Calamoceratidae fueron sensibles a la contaminación del agua, en cambio aparecieron otros tolerantes como Dipteros y especies de Diatomeas.

Los datos de monitoreo de la calidad del agua del Río Grande realizados por la CONAGUA confirman el estado degradado que guarda (Tabla 4).

Tabla 4. Datos de DBO₅ y DQO en Río Grande (periodo 2011-2012)

Sitio	DBO ₅	DQO	Calidad del agua
1.- Cointzio	1.4 mg/l	3.0 mg/l	Buena
2.- Puente el frijolar	50 mg/l	81 mg/l	Contaminada
3.- Puente la aldea	77 mg/l	127 mg/l	Fuertemente contaminada
4.- Autopista occidente	50 mg/l	72 mg/l	Contaminada

Fuente; CONAGUA 2013, información entregada por CONAGUA por escrito.

Finalmente Díaz en 2013 en su tesis de posgrado analizo muestras tomadas en 12 puntos del Río Grande para identificar metales pesados, basándose en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-127-SSA1-1994 así como en parámetros de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) (Tabla 5).



Tabla 5. Parámetros de la calidad del agua del lago de Cuitzeo.

Parámetro	Medida
Transparencia Secchi (m)	0.10
Conductividad(S/cm)	6,595
pH	10.4
Acidez al CO ₂ (mg/l)	0.0
Alcalinidad (mg/l)	750
Dureza total (mg/l)	202.1
Solidos totales (mg/l)	4216
DQO (mg/l)	230.0

Fuente: Romero, 1998.

Los resultados de la tesis mostraron que la DQO es de 129.35 mg/l lo que indica que el agua del río está contaminada nuevamente según la CONAGUA. También se identificaron sales como SO₄, CO₃, HCO₃ las cuales estuvieron presentes en alta proporción. Respecto a los metales pesados se detectó la presencia de nueve elementos: Hierro (Fe), Zinc (Zn), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Plata (Ag) y Arsénico (As), de los cuales el Fe y Zn presentaron las concentraciones más altas (Díaz, 2013).

El lago de Cuitzeo es el receptor final de las aguas que transporta el Río Grande, además también recibe aguas residuales de otros 13 municipios de la cuenca debido a la condición endorreica de la cuenca

El Río Grande aporta al lago sustancias contaminantes provenientes de la industria papelera de la ciudad de Morelia y de las actividades agrícolas en el DR-020 como Boro (B), Cadmio (Cd), Bicarbonatos, Grasas, Aceites, Sodio (Na) y coliformes fecales. Guzmán (1997) reportó que seis especies de peces y algunas aves del lago presentan parásitos trematodos como *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum), *Clinostomum complanatum* (Rudolphi) y *Diplostomum* (Tyloodelphys), característicos de aguas contaminadas como las de Cuitzeo. El autor relaciona estos parásitos en el agua con los procesos de deforestación, azolvamiento y contaminación que ocurren en la cuenca. Los parásitos dañan órganos como el hígado, el cerebro y ojos de los peces y aves, incluso en ocasiones pueden transmitirse al humano (Martínez, 1991; Restrepo, 1995; Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996).

Impactos sociales del agua residual: Agricultores del modulo III y pescadores del lago.

La llegada de aguas residuales a la cuenca baja a través del Río Grande afecta las actividades agrícolas de más de 2 mil agricultores integrados en el Modulo III del DR-020. Lo anterior ha obligado a que en el módulo solo cultiven forrajes debido a que las medidas sanitarias por parte de las instituciones como la Secretaria de Salud (SSA) prohíben regar con esas aguas cultivos de consumo directo (Figura 5) (Ávila, 2002).

Figura 5. Solo se permite cultivar forrajes en el modulo III.



Autor: Gersain Quiahua A. Módulo III. Álvaro Obregón 2013.

La información recogida entre los agricultores en entrevistas muestran el estado de los campos agrícolas del Distrito y específicamente del módulo III.

“Hace algunos años (30 años) el agua que llegaba era la de la presa Cointzio, charandoza le decíamos y con esa regábamos las parcelas, con esa agua había en los canales víboras, ranas, pájaros. El agua estaba limpia”

(Eloy S. de Álvaro Obregón. Marzo 2013).

Las aguas que se aprovechan en el módulo III aportan metales pesados como Boro(Br), Cadmio (Cd), sustancias como Bicarbonatos, Grasas y Aceites, Sodio y Coliformes Fecales, lo que provoca problemas al desarrollo de los cultivos y limita el establecimiento de otros más rentables (como las hortalizas) (Martínez, 1991).

Hoy se riegan más de 8,000 hectáreas en el módulo de trigo, maíz, sorgo, alfalfa y avena incluso algunas hortalizas, aunque estos cultivos representan riesgo para la salud debido a que se pueden comer crudas. De esta situación Samuel expresa lo siguiente:

“hoy el agua del módulo esta contaminadísima, viene con aceite, se quedan los surcos muy prietos por donde se riega, ya no podemos sembrar tomates como antes o alguna verdura para comer, pero nos las arreglamos para sembrar algunas verduras”

(Samuel A. Vecino de las Palmas, Indaparapeo. Marzo 2013).

Los agricultores igual coinciden en que la problemática que los aqueja surge aproximadamente hace 30 años a partir del crecimiento de la ciudad de Morelia lo que genero mayor cantidad de aguas residuales sin tratamiento.

“El agua ya viene sucia del canal de la ciudad de Morelia, toda el agua cochina viene en el canal. Esa agua no se le puede dar a los animales de la casa, porque se mueren”

(Eloy S. de Álvaro Obregón. Marzo 2013).

Figura 6. Canal en el módulo III con las aguas residuales de Morelia.



Autor: Gersain Quiahua A. Módulo III. Álvaro Obregón 2013.

Los agricultores, funcionarios públicos de Álvaro Obregón y personal del módulo III, opinan que la situación tendera a agravarse con el tiempo y de no hacer algo urgente la situación llegara a un punto de no retorno. Son conscientes de que sus actividades agrícolas también contribuyen a la degradación de la calidad del agua que llega al lago.

“La posible solución a este problema del agua contaminada pasa forzosamente por la construcción de más plantas de tratamiento de esas aguas, cada municipio después de Morelia hacia esta parte baja de la cuenca debe tratar su agua. Además también nosotros como agricultores debemos transitar hacia el uso de bio-fertilizantes o abonos orgánicos en nuestras parcelas. De nada serviría que el agua nos llegara limpia y que nosotros le aplicáramos los químicos de los fertilizantes, sería una contradicción. La solución está en todos los involucrados”

(Lic. Cesar G. Auxiliar del municipio Álvaro Obregón. Marzo 2013).

Después de regar el Modulo III las aguas del río llegan al lago de Cuitzeo y afecta al sector pesquero que depende del cuerpo de agua (aproximadamente 1,500 pescadores). Algunos de las situaciones que más afectan este sector son; los parásitos en los organismos del lago (peces y aves), el incremento en el plancton, reducción de zooplancton y bentos lo que provoca cambios en la biomasa disponible en el lago y por lo tanto una disminución de cantidad y calidad del alimento para peces, además de los procesos de eutrofización que se dan en el lago (Figura 7).

Figura 7. Pescadores atrapados entre el Tule y la eutrofización del Lago.



Autor: Gersain Quiahua A. Cheguayo, Álvaro Obregón. 2013.



Lo anterior provoca que las especies comerciales del lago se vean reducido en su tasa de crecimiento y en la suspensión del desarrollo de los huevos generando problemas económicos, especies como los peces, anfibios, incluso vegetales (Gómez, 2002).

La actividad pesquera que se práctica en el lago de Cuitzeo se basa en la extracción de Charales, Chehuas, rana toro y carpas principalmente. A decir de los pescadores su sector padece fuertemente la crisis generada por la contaminación del agua del Río Grande como lo describe Don Chano:

“el lago siempre ha tenido ese color, desde que recuerdo hace 40 años 45 años cuando era niño, ese color, no ha cambiado mucho, lo que si recuerdo es que antes si se veían más patos, garzas y las pescas eran buenas, no había tanto lirio, definitivamente era mejor”
(Chano S. Pescador de Chehuayito. marzo 2013).

Los pescadores relacionan el estado del lago con la calidad de vida que tienen pues dicen que en época de secas la producción pesquera baja, por lo que recurren a otras fuentes de trabajo, mientras que en época de lluvias la pesca mejora y su situación económica también.

“acá en Chehuayito, comunidad del municipio de Álvaro Obregón nos dedicamos a la pesca, pero cada vez estamos en peores condiciones por que ha ido disminuyendo últimamente la cantidad de lo que pescamos. Por ejemplo además de las carreteras que han construido alrededor y en medio del lago, hay que sumarle las poblaciones que nos hemos puesto cerca y para terminar el agua que llega esta cada vez más sucia, entonces lo que pescamos ya viene mal, porque también se mueren. Antes hasta patos pescábamos ahorita ya solo unas cuantas carpas y chehuas”
(“Conde”, Líder de pescadores en Chehuayito. Marzo 2013).

La ganadería y la agricultura son alternativas para los pescadores ante la disminución de su pesca, también recurren a otras prácticas para asegurar el sustento de sus familias. De acuerdo con Don Miguel cada vez es más frecuente que los pescadores salgan a las ciudades o extranjero (Estados Unidos) como alternativa de vida, abrir tiendas de abarrotes o practicar la agricultura en las márgenes del lago.

“Por ahora ya ha bajado la actividad de pescar, muchos compañeros de la asociación acá en Chehuayo se han dedicado a la agricultura de lleno se van a trabajar a la ciudad o a Estado Unidos, y aquí ya casi no hay nada, algunos están poniendo sus tienditas la pesca ya casi no da”
(Miguel S. Pescador de Chehuayo. Marzo 2013).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La problemática social y ambiental en la cuenca del lago de Cuitzeo es una consecuencia del deficiente saneamiento de las aguas residuales en la ciudad de Morelia, en donde solo un mínimo porcentaje recibe un tratamiento primario, por lo que los niveles de contaminación del Río Grande son de contaminación. El río transporta alrededor de 100 millones de m³/año de aguas residuales que son una mezcla de aguas residuales de la industria papelera y domésticas de la ciudad a la cuenca baja caracterizada por sus actividades agrícolas y pesqueras.

Los impactos ambientales se presentan en el Río Grande y en el lago de Cuitzeo, en el río ya se han rebasado los límites para los parámetros de DBO₅ y la DQO llegando a presentar niveles



de contaminado a muy contaminado, lo que provoca la desaparición de organismos adaptados al agua del río. Posteriormente las aguas del río llegan al módulo III del Distrito de Riego en la cuenca baja donde también genera problemas al sector agrícola, pues con esa agua se riegan cultivos (forrajes) los cuales no se cotizan a buen precio en comparación a productos que se riegan con agua limpia como las hortalizas.

El destino final del agua es el lago de Cuitzeo, en este punto las aguas degradan el ecosistema lacustre del lago y al sector pesquero pues las poblaciones de peces extraídas con fines comerciales se encuentran reducidas en tamaño por las enfermedades parasitarias que padecen provocando estragos en la salud y económica de las familias de los pescadores.

Este escenario socio-ambiental en la cuenca del lago de Cuitzeo es consecuencia de un mal manejo del agua residual en Morelia debido a que en este centro urbano el líquido es visto como un recurso del cual solo interesan las ganancias económicas sin tomar en cuenta los impactos (negativos) que genere, pues mientras los beneficios económicos por aprovechar el agua estén asegurados los daños a los ecosistemas y sectores sociales productivos en la cuenca se ignoran y se ocultan.

Esta problemática también muestra un dominio de la ciudad sobre el campo en la cuenca, por lo tanto se concluye que el sistema complejo de estudio se encuentra en estado de degradación de la base biofísica y social (urbanas y rurales) por un mal manejo y saneamiento del agua residual.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la Dra. Patricia Ávila García del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIES-UNAM) por la asesoría brindada para la realización de este trabajo. Al Dr. Fermín Pascual Ramírez investigador del IIES por su valioso apoyo, así como también a todos los compañeros del laboratorio de Ecología Política del IIES UNAM donde tuve la oportunidad de realizar esta investigación y a los agricultores y pescadores de la parte baja de la cuenca por compartir su vida y tragedia para esta investigación.

6. LITERATURA CITADA

- Ávila, Patricia. 2002. "Estado y política de agua en la cuenca del lago de Cuitzeo". En *Entre Campos de Esmeralda*. Editado por Martín Sánchez. El Colegio de Michoacán.
- Ávila, Patricia. 2004. "Especulación del suelo y deterioro socio-ambiental en la ciudad de Morelia". En *Hacia la sustentabilidad en barrios y centros históricos*. Editado por Catherine Ettinger y Alfonso Iracheta, SUMA-UMSNH-Red Mexicana de Ciudades hacia la sustentabilidad, México.
- Ávila, Patricia. 2006. "Movimiento urbano y conflictos por el agua". En *El derecho humano al agua en México*. Editado por Esch Sophy. Visiones vs. Realidades. Ediciones Böll. México.
- Barkin, David. 2006. *La Gestión del Agua Urbana en México: retos, debates y bienestar*. Universidad de Guadalajara y Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México.
- Buenrostro, Otoniel, Israde Alcantara. 2003. *La Gestión de los Residuos Sólidos en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, México*. Revista Internacional de contaminación Ambiental.



- Cantrell, D.C. 1999. *Alternative Paradigms in Environmental Education Research: The interpretative Perspective*. *Alternative Paradigms in Environmental Education Research*, Part I.
- Chacón Torres, Arturo, Rosas-Monge C, Alvarado-Díaz J. 2000. "The effects of Hypereutrophication". *En A tropical Mexican lake*. Editado por Munawar H, Lawrence SG, Munawar IF, Malley DF (eds), *Aquatic Ecosystems of Mexico: Status and Scope*, pp. 89-101
- CONAGUA. 2013. Comisión Nacional del Agua. Indicadores de la calidad del agua.
• <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=63&n3=98&n4=98>
- Díaz, Laura S. 2013. "Evaluación de la calidad en agua y sedimentos del Rio Grande de Morelia, Michoacán". Tesis de Maestría en ingeniería ambiental. Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Febrero de 2013.
- Flores-Villela, O. y L Canseco-Márquez. 2004. *Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México*. *Acta Zoológica Mexicana*, 115-144.
- García G. J. O, Carrillo S. E. 2005. *Relación Urbano Rural y Medio Ambiente en la Región Centro de Michoacán, México*. Universidad de Málaga. España y Latinoamérica.
- García, Rolando. 2006. *Sistemas Complejos; Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Octubre de 2006, Barcelona, España Ed. Gedisa.
- Gómez, A. 2002. *Valuación económica del impacto ambiental de las descargas de aguas residuales municipales*. Memorias de congreso, FEMISCA.
- Guzmán C, María del Carmen 1997; "Análisis de las principales trematodiasis que afectan a algunas especies de peces del lago de Cuitzeo, Michoacán". Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. Director de Tesis. M.C. Luis García Prieto. México. DF.
- Hernández Sampieri, R. Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. 2010. *Metodología de la investigación*: Quinta edición. Edit. McGrawHill. Interamericana Editores, S.A. de C.V. Delegación Álvaro Obregón, México.
- IPCC. 2007. Intergovernmental Panel On climate Change. 2007. Cambio Climático 2007. Informe de síntesis. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- INEGI. 2010^a. Instituto Nacional de Geografía e Informática. Poblacion en la cuenca.
• <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/Mich/Poblacion/default.aspx?tema=ME&e=16>
- INEGI 2010b. Instituto Nacional de Geografía e Informática. Censo de población 2010.



- http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/mich/Panorama_Mich.pdf
- Israde Alcántara, Isabel, Lozano García S, Garduño Monroy V.H., Ortega Guerrero B, Velázquez Duran R, Domínguez Velázquez G. 2009. "Paleo ambientes de las cuencas de Cuitzeo, Pátzcuaro y Zirahuén y su influencia en el cambio climático regional". Cuarto Congreso Estatal de Ciencia y Tecnología. Michoacán.
- Martínez T. M. 1991. "Estudio ictiológico". *En impacto que causan las aguas del Río Grande de Morelia en el Distrito de Riego del Valle Morelia Queréndaro*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán.
- Mathuriau, Catherine, S. Herrerrón Escutia y J. Rangel Camarena. 2010^a. "Evaluación de la calidad del agua de los ríos con DQO y DBO5" pp.206-209 *En Atlas de la Cuenca del Lago Cuitzeo: Análisis de su Geografía entorno Socio ambiental*. Editado por S. Cram, L. Galicia & I. Israde- Alcántara. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Mathuriau, Catherine y S. Herrerrón Escutia. 2010^b. "Insectos acuáticos de los ríos" Pag. 88-91. *En Atlas de la Cuenca del Lago Cuitzeo: Análisis de su Geografía entorno Socio ambiental*. Editado por S. Cram, L. Galicia & I. Israde- Alcántara. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Medina-Nava, M. 2003. "Peces de Agua Dulce y Salobre de Michoacán". *En Atlas de la Cuenca del Lago Cuitzeo: Análisis de su Geografía entorno Socio ambiental*. Editado por S. Cram, L. Galicia & I. Israde- Alcántara. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Mendoza, Manuel, Gerardo Bocco, M. Bravo y Erna López. 2005. "Evaluación de la calidad espacial y temporal de estaciones meteorológicas. El caso de la cuenca del Lago de Cuitzeo". *Ciencia Nicolaita* 39: 79-94.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press. Washington, DC:
- Núñez Garduño, Arturo. 2005. *Los mamíferos silvestres de Michoacán. Diversidad, Biología e importancia*. Edit. Universitaria, U.M.S.N.H. 448 pp. Michoacán Programa de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo 2007-2025.
- OOAPAS, 2013: Información solicitada al departamento de acceso a la Información del Organismo Operador de Agua Potable y Alcantarillado y Saneamiento.
- Pérez-Ponce de León, G. García, P.L. Osorio, S.D. y León, R.V. 1996. "Helmintos Parásitos de Peces de Aguas Continentales de México". *En Listados faunísticos de México*. VI. IBUNAM-1-100.



- Ponce Saavedra, Javier. 2005. “Insectos y arácnidos”. En *La Biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Editado por L. Villaseñor G. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- REPDA, CONAGUA. 2014. Registro Público de Derechos del Agua. <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>
- Romero Peñaloza, Jorge. 1998. *Agricultura, regiones y deterioro de recursos naturales en Michoacán: situación actual y retos*. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Centros Regionales Universitarios, Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO). Morelia, Michoacán. En prensa
- Villaseñor, G. 1994. “Avifauna Terrestre y Acuática del Lago de Cuitzeo”. En *Ciencia Nicolaita*. Num. 6. Pag. 48-62
- UN (United Nations). 1996. *An Urbanizing World: Global Report and Human Settlements*. United Nations. Centre for Human Settlements, Oxford University Press.
- Vidal Zepeda, R. 2005. “Las Regiones Climáticas de México. Temas selectos de Geografía de México. En *Atlas de la Cuenca del Lago Cuitzeo: Análisis de su Geografía entorno Socioambiental*. Editado por S. Cram, L. Galicia & I. Israde- Alcántara. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.