



# REVISTA LATINOAMERICANA EL AMBIENTE Y LAS CIENCIAS



ISSN 2007-512X

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

*Número Especial*  
*Memorias del XIV congreso internacional y*  
*XX congreso nacional de ciencias ambientales*  
*ANCA 2015*

*“El aprovechamiento sustentable de los  
recursos naturales nos beneficia a  
todos”*

Reserva de derechos  
04-2011-101313134800-203

**CUERPO ACADÉMICO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

## Cintillo legal difusión vía red de cómputo

**Revista Latinoamericana El Ambiente y las Ciencias**, Volumen 6, No. 12, número especial de memorias del XIV Congreso Internacional y XX Congreso Nacional de Ciencias Ambientales; es una publicación semestral editada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Domicilio calle 4 sur número 104, centro Puebla, Puebla, México. C. P. 72000, teléfono (01-222) 2295500 ext. 7050, Fax ext. 7255. Dirección electrónica: [www.rlac.buap.mx](http://www.rlac.buap.mx), correo electrónico: rlac.fiq@correo.buap.mx, Editor responsable: José Carlos Mendoza Hernández correo electrónico: josecarlos.mendoza@correo.buap.mx, Reserva de derechos al Uso Exclusivo No. 04-2011-101313134800-203 y **ISSN 2007-512X**.

Edificio 106 H, Ciudad Universitaria.

Colonia Jardines de San Manuel,

Puebla, Pue., C. P. 72570,

Fecha de la última modificación Diciembre 2014.

Las opiniones expresadas por los últimos autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

*Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.*



## DIRECTORIO

Rector

Mtro. Alfonso Esparza Ortíz

Secretario General

Dr. René Valdiviezo Sandoval

Vicerrectora de Docencia

M.C.E. María del Carmen Martínez Reyes

Vicerrector de Investigación y Estudios de Posgrado

D. C. Ygnacio Martínez Laguna

Director de la Facultad de Ingeniería Química

Dra. Ma Auxilio Osorio Lamas

## Consejo Editorial

Dr. José Carlos Mendoza Hernández (Editor)

Dra. Janette Arriola Morales

Dra. Gabriela Pérez Osorio

La Revista Latinoamericana El Ambiente y las Ciencias es una revista semestral que se publica electrónicamente en los meses de junio y diciembre de cada año, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con un numero certificado de reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de autor **04-2009-121512352000-01** con domicilio de la publicación en 4 sur 104, Centro, CP 72000, Puebla, Pue., publicada electrónicamente por el departamento de diseño del Sistema Universitario de Información SIU, correo electrónico [rlac.fiq@correo.buap.mx](mailto:rlac.fiq@correo.buap.mx), siendo el cuerpo académico Control de la Contaminación el responsable de la publicación. Revista Indexada en Latindex.

Prohibida su reproducción total o parcial del los artículos publicados en la Revista Latinoamericana El Ambiente y Las Ciencias conforme a las disposiciones establecidas en la Ley Federal del Derecho de Autor . El contenido de los artículos publicados es responsabilidad exclusiva de los autores de los mismos.

**ISSN 2007-512X**

**“El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales nos beneficia a todos”**

**2015 Año Internacional de los Suelos**



**RN 15 HIDROLOGÍA EN LA LAGUNA DE ZAPOTLÁN****Michel P., J. G.<sup>1</sup>, Farrick K.<sup>2</sup>, Brian Branfireun<sup>2</sup>, González. L., L.H.<sup>1</sup>,**Universidad de Guadalajara, <sup>1</sup>Centro Universitario del Sur. <sup>2</sup>Universidad de Western Ontario,  
Canadá,Av. Enrique Arreola Silva # 883, Cd. Guzmán, Jalisco Tel. (341) 5752222 ext. 46074,  
[michelp@cusur.udg.mx](mailto:michelp@cusur.udg.mx),Palabras clave: hidrología, *Laguna de Zapotlán*.**Introducción**

El líquido vital insustituible en la vida del planeta tierra, es el agua destacando el agua dulce la cual se concentra en las zonas polares y enfrentan los países en vías de desarrollo un estrés hídrico que cada día se acentúa más por los rompimientos del ciclo hidrológico por la destrucción de los bosques, el cambio climático y el calentamiento global.

Sin duda una de las características que hacen único el planeta tierra, es la abundancia y combinación con la que encontramos el agua, como factor que permite la vida. Los recursos hídricos fungen como elementos sociales y materia prima en los procesos realizados por la sociedad, siendo que, a diferencia de los combustibles con que se cuentan, como fuente de alimento no existe nada con que sustituirla.

Es evidente el efecto que han tenido las acciones realizadas por la humanidad desde la revolución industrial en el clima, inundaciones, tormentas cada vez más fuertes y disminución en los volúmenes de precipitación en cada época de lluvias, contradictoriamente en un planeta que tiene cubierto un 71% de su superficie en agua. La especie humana en pro de su propia supervivencia debe conocer cómo funcionan los sistemas ambientales, para así determinar las acciones que permitan mitigar y corregir en lo posible las afectaciones realizadas y lograr una adaptación armoniosa con el medio ambiente.

Los humedales son cuerpos de agua que actúan como reguladores de temperatura naturales en las regiones en las que se encuentran ubicados. Siendo que los asentamientos humanos invariablemente necesitan de fuentes de agua, así que resulta primordial el estudiar los humedales y sus cuencas hidrológicas para un aprovechamiento sustentable.

La Laguna de Zapotlán se encuentra entre 2 municipios en el estado Jalisco, los cuales utilizan el lago para fines comerciales, agrícolas, domésticos, pesqueros, recreativos y como ya se mencionó como regulador de temperatura. Es imprescindible para la conservación del humedal conocer todos los sistemas que lo afectan, determinar cuáles son sus principales fuentes de alimentación y cuál es su comportamiento. La laguna de Zapotlán fue declarada como humedal de importancia internacional y Sitio Ramsar con el número 1466, denominación ganada por ser corredor migratorio de aves provenientes de Norteamérica y Centroamérica, llegando a tener más de 20 mil aves en algunas épocas del año (Michel, 2011).

Al ser designado humedal de importancia internacional la laguna de Zapotlán requiere de un programa de protección, conservación, manejo y aprovechamiento partiendo del estudio hidrológico de la cuenca por lo cual fue necesario realizar los estudios de las escorrentías de la cuenca para predecir el futuro del lago y su humedal.

### **Objetivo general**

Obtener la información de la relación existente entre volumen de agua de precipitación, la formación de escorrentías y los niveles de agua en el lago de Zapotlán.

### **Objetivos específicos**

Determinar los rangos de infiltración del tipo de tierra predominante existente en la subcuenca de muestra.

Adquirir datos acerca de la interacción entre el tipo de suelo, lluvia, infiltración y escorrentía.

Evidenciar la importancia que tiene una escorrentía como vía de entrega en el lago.

Realizar una tabla de comportamientos precipitación-escorrentía.

### **Metodología**

El periodo de la investigación fue a partir el 2010 y se concluyó en 2013. Bajo un diseño ecológico, longitudinal, descriptivo, con series cronológicas en épocas de lluvias y estiaje. Precipitación pluvial, escorrentías superficiales y profundas, evaporación, conductibilidad, nivel de profundidad del agua mediante el uso de estadística descriptiva.

Se realizó en 3 diferentes subcuencas que alimentan el lago de Zapotlán. En cuenca alta y cuenca baja se utilizaron pluviómetros para medir la precipitación en diferentes zonas. Se utilizaron loggers capturando la conductividad a diferente profundidad para medir el nivel de humedad existente. A lo largo de la subcuencas se crearon pequeñas represas con medidores de profundidad para comparar niveles de absorción, precipitación, profundidad y generación de escorrentías.

### **Resultados y discusión**

El clima de la Cuenca de Zapotlán de acuerdo al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (modificado por E. García, 1975), corresponde al tipo (A) C (WO) (w) a (i) clima semicálido subhúmedo, con una precipitación máxima de 1,231 milímetros y una mínima de 566 mm, siendo resultando en una media de 812.7 mm. En su distribución temporal el 88.5% de la precipitación pluvial se presenta entre los meses de junio a octubre, siendo la época de lluvias en la cuenca generando una alta humedad en el suelo por el exceso de agua causando escurrimientos superficiales y subterráneos hacia la parte baja de la cuenca donde se localiza la laguna de Zapotlán, el 8.3% entre enero y mayo que es el tiempo de estiaje donde domina la evaporación y disminuye la humedad del suelo causando así una mayor evapotranspiración y el 3.2% restante en los meses de noviembre y diciembre.

Las condiciones de temperatura anual se encuentran entre los 18° y 20°C, con una máxima de 30°C y una mínima en promedio de 10°C. La oscilación térmica presente es

de 7 a 8°C, con 200 horas de frío en promedio, aun cuando se presentan zonas con hasta 500 horas de frío al año.

Se necesitan aproximadamente 191 mm de lluvia para que el nivel de saturación de las laderas llegue a punto máximo de absorción que es de 186 mm. Solo cuándo las laderas lleguen a este punto crítico se generara corriente de agua a través de la barranca para alimentar al lago. Los diversos elementos o partes que constituyen a un ecosistema acuático juega un papel importante en el rol energético, aun cuando muchos de ellos nos sean parcialmente desconocidos deben considerarse y entenderse como un componente estructural y funcional de la Macro Unidad Cuenca Hidrológica. El elemento unificador es el flujo de energía quien a través del Ciclo Hidrológico se manifiesta en partes como el clima regional influyendo en bosques tropicales secos, de los cuales el 60% se encuentra en America Central y del Sur. En México el 60% de su biodiversidad son exclusivos de estos bosques (Farrick K y Branfireun B, 2013).

Los principales recursos hídricos con los que cuenta la cuenca son la laguna, los mantos friáticos y los arroyos temporales generados en época de lluvia formados en las sierras que la rodean. Estos arroyos debido a la deforestación y por los cambios de vocacionamiento del suelo arrastran sedimentos hacia la parte baja de la cuenca poniendo en riesgo la vida de la laguna. La laguna de Zapotlán presenta actualmente una superficie de 1,376 hectáreas cubiertas de agua con una profundidad promedio de 4.5 metros. y una capacidad de 27 millones de m<sup>3</sup>; la laguna, al ser endorreica, depende de las aportaciones de aguas de la cuenca alta. En lo que corresponde a agua subterránea, existen en la zona alrededor de 170 pozos hidráulicos, 12 norias y 6 manantiales. La densidad de pozos que existen cercanos a Ciudad Guzmán presentan abatimiento importante por la cercanía y su mal manejo y mantenimiento, lo que puede presentar un riesgo de hundimiento del suelo en el mediano plazo.

Existe una veda de explotación de agua del subsuelo desde 1968 pero recientemente se dio apertura por un cambio de vocacionamiento de suelo en la parte media y alta de las sierras donde se cultiva aguacate (*Persea americana*). Se tiene identificado que existe una modificación en el balance hídrico de la zona, ya que anteriormente existían 4 arroyos que bajaban a la laguna de la montaña oriente, los cuales traían abundantes corrientes de agua cristalina aún en épocas de estiaje los cuales hoy en día han desaparecido.

En la época de la colonia el lago era muy extenso: alcanzaba alrededor de las 5,000 hectáreas. La modificación de la cobertura de la vegetación es la causa a la que se atribuye una menor cantidad de agua disponible y presencia de avenidas máximas extraordinarias que arrastran anualmente más de 550,000 toneladas de sedimentos al lago. Estos fenómenos provocan una disminución en la capacidad de almacenamiento de agua, ya que los sedimentos arrastrados por los drenajes agrícolas y urbanos del Valle de Ciudad Guzmán hacia el lago se acumulan en el fondo disminuyendo el espejo de agua, aumentando la evapotranspiración y el crecimiento de las malezas acuáticas indeseables en altas poblaciones como son el caso de lirio (*Eichornia crassipes*) y el tule (*Thipha spp.*).

## Conclusión

La cuenca de Zapotlán presenta una reducción considerable de sus escorrentías por el rompimiento del ciclo hidrológico del agua en la cuenca alta, pasando de tener arroyos tributarios permanentes a arroyos tributarios solo de épocas de lluvias. Durante la estación seca en el bosque tropical domina la evaporación, reduciendo la humedad en los suelos generando una evotranspiración. En la estación de lluvias los suelos de la parte alta y media de la cuenca se mojan hasta un nivel de saturación propiciado que el agua deje la cuenca alta y media y baje al lago mediante escorrentías. Para la generación de escorrentías se necesita que el subsuelo haya absorbido un nivel de 186 mm. Actualmente con 357 mm de agua se genera un caudal 101 mm que llegan a su destino y se prevé que con una disminución de lluvia de 288 mm el flujo se reduzca a 66 mm. Por lo cual se requiere contribuir significativamente a restablecer el ciclo hidrológico de la cuenca de Zapotlán porque las tendencias actuales están determinando una reducción de las precipitaciones pluviales, y como consecuencia la pérdida de las fuentes de agua dulce que proveen los servicios básicos vitales primarios como alimento, higiene y sanidad, aspectos secundarios como mantenimiento de fuentes de empleo que dependen de estos servicios, aspectos terciarios. La disminución del lago de Zapotlán repercutirá en la calidad de vida y habitad en la cuenca de Zapotlán, además se deben intensificar los estudios en bosques tropicales dado que son las áreas que provén de recursos tan valiosos como el agua y la biodiversidad, en lo cual Mexico ocupa el cuarto lugar a nivel mundial.

## Bibliografía

1. Farrick K. Kegan and Branfireun A. Brian. (2013). Left high and dry: a call to action for increased hydrological research in tropical dry forests. Department of Earth Sciences, Western University, London, Ontario, Canada. Department of Biology and Centre for Environment and Sustainability, Western University, London, Ontario Canada. Published online in Willey Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/hyp.9935
2. Michel Parra, J.G. y Cols. (2011). Lago de Zapotlán- Laguna de Zapotlán-Sitio Ramsar. Ed. Universidad de Guadalajara. 2° Ed. Cd. Guzmán, Jalisco, México. 240 pp.
3. Michel Parra, J.G. y Cols. (2009). Programa de Conservación y Manejo (PCyM) De la Laguna de Zapotlán, sitio RAMSAR 1466. Humedal de Importancia Internacional. Ed. Universidad de Guadalajara. Cd. Guzmán, Jalisco, México. 332 pp.