

Evaluación de la Calidad del Agua de Lluvia para su Aprovechamiento y uso Doméstico en Sitios Estratégicos de la Ciudad de Guanajuato

Aguilera González, Carlos Ignacio (1), Arias Hernández, Luz Adriana (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Hidráulica, Universidad de Guanajuato] | [nacho_21590@yahoo.com.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [arhadriana@ugto.mx]

Resumen

El tema de investigación del siguiente proyecto surgió por el interés de conocer y determinar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas con las que cuenta el agua de lluvia y así analizar el potencial de aprovechamiento de ésta. Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, primeramente se diseñó y fabricó el prototipo para posteriormente utilizarlo en la captación del agua de lluvia en una zona urbana, y finalmente realizar el análisis fisicoquímico de las muestras tomadas. El prototipo se ubicó en la División de Ingenierías de la Sede Belén de la Universidad de Guanajuato del Campus Guanajuato. Se logró diseñar un prototipo práctico y eficiente para la captación del agua de lluvia. Por otro lado, la caracterización de la muestra incluyó parámetros como turbidez, color aparente, pH, conductividad, presencia de coliformes totales y metales. Dichos parámetros obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 para la mayoría de las muestras tomadas, sin embargo, en todos los casos la prueba de coliformes totales resultó positiva. Los resultados de la calidad de agua de lluvia fueron de gran importancia ya que nos permiten además de conocer su calidad, definir propuestas de potabilización para que sea usada eficientemente.

Abstract

The research topic of the next project arise from the interest to know and determine the physicochemical and microbiological properties of rain water and thus know the potential use of it. To carry out the project, first we designed and built the prototype for later use in capturing rain water in an urban area, and finally realize the physico-chemical analysis of samples taken. The prototype was located in the Engineering Division of the Belén Venue, University of Guanajuato, Campus Guanajuato. It was possible to design a practical and efficient prototype for capturing rain water. On the other hand, characterization of the sample includes parameters such as turbidity, apparent color, pH, conductivity, total coliforms and metals. Such obtained parameters are within the allowable limits according to the NOM-127-SSA1-1994 for most samples, however, in all cases the test was positive for coliforms. The results of the quality of rain water were of great importance as well as allow us to know their quality, define treatment proposals for rain water to be used efficiently.

Palabras Clave

Agua de lluvia; Calidad; Condiciones fisicoquímicas; Prototipo; Guanajuato.

INTRODUCCIÓN

Los periodos de escasez de agua, el incremento de la consciencia medio ambiental, el desarrollo de una legislación cada vez más exigente en materia de calidad del agua y la introducción de una visión de sostenibilidad en la gestión de este preciado recurso, ha propiciado la búsqueda de recursos hídricos alternativos al agua potable, que permitan satisfacer los diferentes usos del agua de nuestra sociedad. [1]

En las grandes urbes, la industrialización y el crecimiento poblacional tienen efectos adversos sobre la composición química del agua de lluvia, de modo, que el estudio de la química de la lluvia en zonas contaminadas y no contaminadas, es una herramienta útil para estimar el grado de deterioro en una región determinada y conocer sus posibles usos potenciales. [2] La calidad de agua de lluvia no se ha estudiado a fondo, se desconocen en varias localidades urbanas y rurales las condiciones físicas, químicas y microbiológicas, que dependen de diversos componentes presentes en el aire por actividades antrópicas y condiciones naturales. Su evaluación permite definir en cierta medida la calidad del aire y los potenciales contaminantes que pueden hacerse presentes en mayor o menor concentración. [3] Por estas razones, en esta investigación se propuso caracterizar las aguas de lluvia de la ciudad de Guanajuato, Gto.

Justificación

La implementación del prototipo para la obtención de muestras de agua de lluvia para realizar una evaluación fisicoquímica del agua, nos dará una visión más amplia para la identificación de los beneficios potenciales al hacer uso de ella.

La captación de agua de lluvia aligera la problemática social que existe respecto a la accesibilidad del vital líquido, por ello es conveniente tener un estudio, para conocer las condiciones en que cae el agua de lluvia.

Ventajas del prototipo:

- Adaptable al lugar donde se instalará.
- Práctico para hacer la toma de muestras.
- Bajo costo.

- Sistema independiente.

Objetivo

El objetivo general de esta investigación es la fabricación de un prototipo que sea práctico para la toma de muestras de agua de lluvia y así realizar una evaluación fisicoquímica para conocer las condiciones en que se encuentra, lo cual nos ayudará a identificar los beneficios potenciales para una gestión sostenible del agua de lluvia en un entorno urbano y rural.

Problemática

El problema de acceso al agua, en cantidad y calidad, es prevalente a nivel nacional y mundial. Contar con este vital líquido es de suma importancia para el desarrollo humano y de cualquier región; el no garantizar un servicio universal como el agua potable genera impactos negativos en el ámbito de salud, social, económico y ambiental. El estado de Guanajuato se sitúa en una región considerada de baja disponibilidad de agua, debido al tipo de región geoclimática. [4]

Para fortalecer la captación y aprovechamiento de la lluvia se necesitan estudios sobre la calidad que tiene la lluvia una vez que escurrió y antes de escurrir. Con la información generada se pueden proponer tratamientos adecuados y diseños de sistemas de captación. La caracterización del agua de lluvia ha sido motivo de estudio en diferentes países. Para el caso de Chile, la investigación adelantada por Montt *et al.* Sobre la calidad de las aguas de lluvia urbanas de Santiago consistió en el monitoreo de la lluvias en diversos sitios de la ciudad [3].

MATERIALES Y MÉTODOS

Se fabricó un prototipo para realizar la obtención de muestras representativas del agua de lluvia y de esta manera hacer una determinación fisicoquímica de ella, por lo que se instaló el prototipo en el centro de la ciudad de Guanajuato. El prototipo en su totalidad fue fabricado con materiales que no alteraran la composición fisicoquímicas del agua de lluvia y con ello tener un

estudio más exacto de las muestras (IMAGEN 1 – 3). A las muestras obtenidas se le realizaron los estudios correspondientes para conocer las condiciones en que se encuentra el agua de lluvia.

Materiales

Prototipo

- Estructura de metal para el sostenimiento del prototipo.
- Tubo de PVC 4”.
- 2 Coples de PVC 4”.
- 2 reductores de PVC de 4” a 2”.
- Codo de 45° de 2”.
- Tapón rosca 2”.
- Pegamento para PVC.
- Captador de acrílico.



IMAGEN 1: Materiales utilizados.

Evaluación de la calidad del agua de lluvia

A continuación se presentan los instrumentos empleados en la determinación de la calidad del

agua de lluvia (IMAGEN 4) captada mediante el prototipo diseñado.

- Conductímetro (HACH)
- Potenciómetro (HANNA)
- Espectrofotómetro (HACH, DR 2800)
- Incubadora
- Turbidímetro (2100N, HACH)

Reactivos

Kit de prueba para diversos metales mediante colorimetría (HACH).



IMAGEN 2: Estructura de metal.

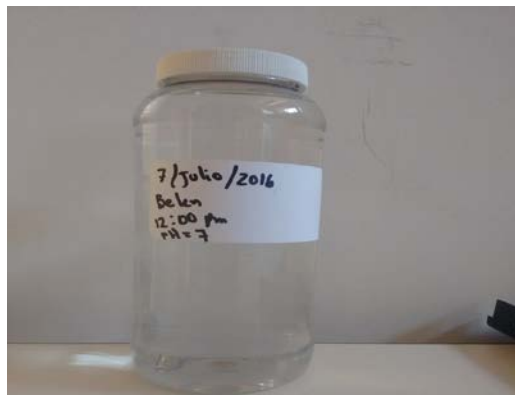


IMAGEN 3: Prototipo para la obtención de muestras de agua de lluvia.



IMAGEN 4: Muestra de agua de lluvia obtenida del prototipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El prototipo para hacer la captura es un buen dispositivo que nos permite hacer la toma de la muestra de una manera práctica y rápida. La utilización de materiales como el PVC y el acrílico fue debido a que no tienen ninguna reacción que afecte la composición del agua de lluvia, lo que nos permite obtener una muestra de agua de forma directa a partir de su precipitación. En cuanto a la determinación de la calidad del agua de lluvia en la Sede Belén se realizaron estudios preliminares de las muestras tomadas en diferentes días. Los parámetros que se analizaron fueron pH, conductividad, turbidez alcalinidad, dureza, metales (Fe, Al, Mn y Pb) y finalmente coliformes totales, los cuales se realizaron en el laboratorio de la planta potabilizadora de filtros de Valenciana con apoyo del L. Q. Carlos Alberto Galindo López y de la estudiante Ana Lizette Olmos Reynoso. Los resultados son mostrados en la Tabla 1, presentando los parámetros de cada una de las muestras tomadas en diferentes eventos de lluvia. Como puede observarse, los parámetros obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles, mostrando con ello un buen potencial del uso del agua de lluvia captada. En cuanto a coliformes totales se esperaría ausencia de éstos, como lo reporta García Velázquez [5], sin embargo, se observa que a pesar de que el agua captada no tuvo contacto con alguna superficie o techo se encuentra presente en todas

las muestras obtenidas, lo anterior puede deberse al arrastre de microorganismos del ambiente por viento, durante el evento de precipitación, lo anterior nos sugiere realizar para estudios microbiológicos específicos (coliformes fecales). Es importante mencionar que el proyecto se complementará para muestras posteriores con más análisis físicoquímicos (sólidos totales, sólidos disueltos, entre otros) así como con análisis de la calidad en zona rural de la ciudad de Guanajuato para realizar un estudio comparativo.

CONCLUSIONES

El prototipo obtenido para la captación de la precipitación pluvial, se caracteriza por ser una estructura movable, hecha con materiales que no cambian ni afectan las condiciones de la muestra, lo cual es muy bueno para obtener resultados confiables al realizar el análisis físicoquímico del agua de lluvia.

Las muestras de agua de lluvia se encuentran dentro de los límites permisibles para al menos los parámetros de pH, turbidez, conductividad, color, y metales (Fe, Al y Pb).

Se observa presencia de coliformes totales en todas las muestras de agua analizadas aunque el agua no estuviera en contacto con otra superficie o techo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato por el apoyo recibido durante el periodo que duró la investigación, así como a la División de Ingenierías, Campus Guanajuato. A la Dra. Luz Adriana Arias Hernández por el apoyo directo como mi asesora de investigación. Al personal de la División de Ingenierías por el apoyo prestado en la investigación: Tomas Aguilar Cortes, Juan Carlos López Bueno y Emeterio Victoria Ramírez. Al Sr. Jesús Ramírez. Por otra parte se considera un especial agradecimiento al L. Q. Carlos Alberto Galindo, así como a la alumna Ana Lizette Olmos Reynoso por el apoyo brindado en el análisis físicoquímico de las muestras de agua de lluvia. A mi familia por el apoyo.

REFERENCIAS

- [1] A. Llopart-Macaró, M. Martínez, J. Suárez (2010). "Caracterización de la Calidad del Agua de Lluvia. Aprovechamiento en Entorno Urbano-Proyecto SOSTAQUIA". <http://www.esamur.com/jornadas/ponencias/ponencia112.pdf>
- [2] R. García-Martínez. (2007). "Determinación de Metales Pesados en la Precipitación Pluvial de una Zona Urbana (Ciudad de México) y de una Zona Rural (Rancho Viejo, Edo. de México)". <http://www.geociencias.unam.mx/~bole/eboletin/RocioGarciaTesis07.pdf>
- [3] Ó. E. Ospina-Zúñiga y H. Ramírez-Arcila, (2014). "Evaluación de la Calidad del Agua de Lluvia para su aprovechamiento y uso Doméstico en Ibagué, Tolima, Colombia. Ingeniería Solidaria, Vol. 10, N.º17, pp. 125-138. <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.812>
- [4] Tagle-Zamora D. (2014). "La Crisis Multidimensional del Agua en la Ciudad de León, Guanajuato". México, (MA Porrúa). (pp. 103).
- [5] García Velázquez J. H. (2012). Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la Cd. De México (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de México, México.

Tabla 1: Parámetros del agua de lluvia captada.

	pH	Color aparente (Pt - Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (µS/cm)	Fe	Al	Mn	Pb	Coliformes Totales
	mg/L								
Límites permisibles de acuerdo a NOM-127-SSA1-1994	6.5-8.5	20	5	500	0.3	0.2	0.15	0.01	Presencia
Muestra/día/mes/año	6.5	20	1.48	35.3	0.0	0.008	0.0	0.0	
1. 15/06/16	6.5	20	1.48	35.3	0.0	0.008	0.0	0.0	
2. 6/07/16	6.7	26	1.07	30.9	0.03	0.005	0.013	0.0	
3. 7/07/16	6.5	28	0.929	87.0	0.04	0.004	0.007	0.0	
4. 8/07/16	6.7	19	0.88	46.0	0.04	0.003	0.008	0.0	