

DISEÑO Y ESTIMACIÓN DEL ÁREA DE COLECCIÓN MÍNIMA DE UN COLECTOR DE AGUA DE LLUVIA FLEXIBLE PARA COMUNIDADES MARGINADAS

Martín D. Mundo Molina

Centro de investigación. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas, México.
E-mail: ic_ingenieros@yahoo.com.mx

Resumen

Se presenta una tecnología denominada Colector de Agua de Lluvia Domiciliario (CALLD) flexible para suministrar agua potable a comunidades marginadas. Consiste en un depósito cilíndrico flexible, capaz de almacenar hasta 10, 000 litros. En este trabajo se presenta el diseño hidráulico del CALLD flexible y una ecuación para estimar la superficie de colección con un factor de variabilidad climática (F_c).

Introducción

De acuerdo a datos de la CONAGUA (2016) para el año 2015 la cobertura nacional en México de acceso al agua entubada en viviendas era de 94.4% (97.2% urbana, 85.0% rural). Por lo tanto cerca de 3.5 millones de mexicanos de áreas urbanas carecen de agua potable y un poco más de 18.5 millones que viven en las zonas rurales no tienen acceso al vital líquido. A modo de ejemplo, solo en el estado sureño de Chiapas más de 18,160 pequeñas comunidades rurales menores de 500 habitantes no tienen agua potable. Este problema se magnifica en cientos de pequeñas comunidades indígenas que se ubican en las zonas altas de la orografía nacional (Mundo, 2016).

México tiene una población indígena ligeramente superior a los diez millones de personas distribuidas por todo el territorio nacional (INEGI, 2000) y viven (desde hace cientos de años) en condiciones insalubres, con falta de infraestructura básica para subsistir con dignidad (INI 1993, INI 1999). Las comunidades indígenas de México (CIM) se concentran principalmente en las entidades del centro y sur del país. Los estados de la república mexicana con mayor población indígena son Oaxaca y Chiapas, con más de un millón y medio; Veracruz, Yucatán, Estado de México y Puebla, con alrededor de 900 mil cada uno. Los estados de Hidalgo, Guerrero, Quintana Roo, San Luis Potosí y Tabasco, también cuentan con una numerosa población indígena. En la ciudad de México (CDMX) habitan 333 mil indígenas (Peña 2005) que viven durante el día pidiendo limosna o realizando trabajos indignos y durante la noche duermen hacinados en pequeñas recámaras, lejos de su tierra, costumbre y familia, perdiendo su identidad cultural. El 27% de los 2443 municipios de México concentran el 40% de indígenas, la inmensa mayoría viviendo en condiciones muy precarias y con insalubridad, entre otras razones por la falta de agua y vivienda digna.

Por otra parte, el suministro de agua a cientos de CIM por métodos convencionales es un problema que aún no se ha resuelto (CONAGUA, 2009). El abasto de agua para uso doméstico y consumo humano con calidad (derecho básico de cualquier individuo) es aún una utopía en miles de CIM. Por esa razón en los siguientes apartados se presenta el diseño hidráulico de una alternativa económica para coadyuvar a resolver una parte de esta problemática y una ecuación para estimar la superficie de colección de agua de lluvia, considerando el cambio climático o variabilidad climática local o regional.

El CALLD flexible

El CALLD flexible es una alternativa para solucionar la problemática de suministro de agua potable a través de la colección de agua de lluvia (Mundo et al, 1998; Mundo et al,

2015). Éste es un depósito cilíndrico que se construye de malla electro-soldada, recubierta de plástico flexible (PVC) grueso que puede almacenar hasta 10, 000 litros de agua (se están realizando pruebas experimentales para almacenar volúmenes mayores). La tapa del CALLD flexible es circular, hecha de lámina galvanizada calibre 12. El sistema cuenta con una bajada hidráulica que recibe el agua de la canaleta que pende del techo de la casa con un sifón (antes de la descarga) para atrapar basura y sólidos suspendidos. El agua se descarga del CALLD para su uso doméstico a recipientes de dos maneras: utilizando una manguera (flexible) que opera como sifón o a través de una descarga de fondo por medio de un tubo con una válvula de control.

Diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico del CALLD se utiliza la ecuación [1], denominada “conservación de masa” en su versión volumétrica. La notación diferencial de esta ecuación expresa que la tasa de cambio del volumen (V) del CALLD respecto al tiempo es igual a la tasa de cambio del caudal que ingresa en el tiempo t :

$$\frac{dV}{dt} = \frac{d}{dt}Qt \quad [1]$$

Donde:

V = Volumen (m^3)
 Q = Caudal (m^3/s)
 t = Tiempo (s)

La ecuación 1 también se puede escribir como:

$$dV = Qdt \quad [2]$$

Por lo tanto el volumen total del CALLD se obtiene integrando la ecuación 2:

$$\int dV = \int Q dt \quad [3]$$

Es decir:

$$V = Qt \quad [4]$$

Sin embargo el volumen (V) de la ecuación [4] depende de la dotación diaria per cápita (D), del número de personas que forman la familia (H) y del tiempo de almacenamiento máximo (t_a), es decir:

$$V = DHt_a \quad [5]$$

Sustituyendo la ecuación [5] en [4]:

$$DHt_a = Qt \quad [6]$$

Si el caudal Q que escurre por el techo de una casa en su versión cinética es:

$$Q = PA_c \quad [7]$$

Donde:

P = Precipitación media anual normalizada (mm/a)
 A_c = Área de colección en el techo de la casa (m^2)

Sustituyendo [7] en [6] y despejando A_c , se tiene el área necesaria del techo colector (casa habitación) para un tiempo (t_a) determinado:

$$A_c = \frac{DHt_a}{P} \quad [8]$$

La ecuación [8] es conocida en la literatura del tema con un factor arbitrario de 0.80 que considera una posibilidad del 20% de reducción de la precipitación (P) como se muestra a continuación:

$$A_c = \frac{DHt_a}{(P)(0.80)} \quad [9]$$

Sin embargo, este factor es distinto en cada sitio de estudio y depende de la variabilidad climática o cambio climático de la zona, en este caso de la precipitación. Aquí es oportuno enunciar que el término “cambio climático” es usado actualmente de forma excesiva e irresponsable. No se puede hablar de efectos de cambio climático o variabilidad climática de una zona (como muchos estudios e investigaciones lo hacen) sin antes comprobar que dicho cambio o variabilidad existe. Esta comprobación se debe realizar con datos de las estaciones meteorológicas de la zona o región de estudio (no basta con una o dos) y debe ejecutarse los métodos que para el caso existen. Por lo tanto, la variabilidad climática o cambio climático expuesto como “factor climático” en la ecuación [10] debe comprobarse mediante el análisis detallado de las series temporales de las estaciones meteorológicas insitu o cercanas a la zona de estudio. De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (OMM), para zonas montañosas deben tenerse registros diarios mínimos de 50 años de P y para valles 30 años. De igual modo deben rellenarse los datos faltantes de acuerdo a los lineamientos planteados en la OMM (2011). También es indispensable verificar la homogeneidad de las estaciones meteorológicas utilizadas con el Standar Normal Homogeneity Test (SNHT), método de Von Neumann o método de Buishand. Posteriormente será necesario realizar el análisis de las anomalías de P y las tendencias de incremento o decremento de P en las series temporales, antes de afirmar que existe cambio climático en la zona bajo estudio, y finalmente estimar el valor de Fc de la ecuación 10, con la cual se estima el área mínima para la colección de agua de lluvia:

$$A_c = \frac{DHt_a}{(P)(F_c)} \quad [9]$$

Antes de usar la ecuación [10] deben tomarse en cuenta además las siguientes consideraciones: De acuerdo a las encuestas realizadas la dotación (D) promedio para la comunidades indígenas es de 30 l/persona/d, sin embargo la Organización Mundial de la Salud (OMS) sugiere una dotación entre 50 y 100 litros por persona al día, con el fin de garantizar que se cubran las necesidades básicas y que no surjan amenazas para la salud. Tomando en cuenta esta sugerencia se recomienda una dotación entre 30 y 50 l/persona/d para dicha comunidad. Respecto al valor de H conviene decir que las familias indígenas son numerosas están formadas entre 5 y 10 personas por familia. El tiempo de almacenamiento (t_a) puede ser variable en cada región, se sugiere se tome como valor máximo de t_a lo que dura el estiaje. Respecto al valor de P se recomienda usar datos de precipitación media anual normalizada en mm/a.

Conclusiones

Se presentó el diseño hidráulico de colector de agua de lluvia flexible para suministrar agua potable a comunidades marginadas de México, a través de la colección de agua de lluvia a nivel domiciliario y una ecuación para estimar la superficie de colección con un factor de cambio climático o variabilidad climática (Fc). El Colector de Agua de Lluvia Domiciliario flexible se puede construir de forma cilíndrica

utilizando malla electro-soldada, cuyo interior es forrado con plástico grueso de PVC flexible y puede almacenar hasta 10,000 litros. Para el diseño hidráulico se utilizó el principio de conservación de masa en su versión volumétrica. El objetivo de esta tecnología es proporcionar agua a comunidades marginadas del país con el fin de elevar su nivel de vida.

Referencias

- CONAGUA.** (2009). “Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento 2009. Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento”. Coordinación General de Atención Institucional. Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua. México, D.F.
- CONAGUA.** (2016). “Estadísticas del agua en México”. Comisión Nacional del Agua. México, D.F.
- INEGI.** (2000). “Censo general de población y vivienda 2000”. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). <http://inegi.com.mx>.
- INI.** (1993). “Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México, 1990”. Subdirección de Investigación, Instituto Nacional Indigenista.
- INI.** (1999). “Información básica sobre los pueblos indígenas de México”. Instituto Nacional Indigenista.
- Mundo Molina, M., Ballinas, A.R., Martínez, A.P., Hernández, B.L., Ponce, M.M., Ferrer, P.R.** (1998). “Colección de agua de lluvia: una alternativa para la dotación de pequeñas comunidades rurales menores de 500 habitantes”. Quinta Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Oaxaca, Oaxaca, México.
- Mundo, M.M., Oseguera, L.** (2015). “Casa sustentable y tecnologías apropiadas asociadas, para minimizar la pobreza elevar el nivel de vida de las comunidades indígenas y conservar el medio ambiente en México”. Espacio I+D Innovación y Desarrollo. Vol. IV, Núm. 7.
- Mundo-Molina, M.** (2016). Supplying System for Drinking Water to Small Rural Communities with Zero Greenhouse Gasses: Sixteen Years of Experiences in Mexico. *Journal of Water Resource and Protection*, 8, 1044-1052.
- OMM.** (2011). Guía de prácticas climatológicas. OMM No. 100. Organización Meteorológica Mundial (OMM). Ginebra, Suiza.
- Peña, F.** (2005). “La lucha por el agua. Reflexiones para México y América Latina”. En P. Dávalos (Comp.), *Pueblos indígenas, estado y democracia* (pp. 217-238). Buenos Aires: CLACSO.