

Evaluación económica del proyecto piloto de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia Domésticos (SCALL) en el municipio de Xalapa-Enríquez, Veracruz



Colaboración

Rosa Martínez Hernández; Katia Romero León, Universidad Veracruzana

Fecha de recepción: 30 de noviembre del 2022

Fecha de aceptación: 15 de diciembre del 2022

RESUMEN: Este estudio evalúa los beneficios económicos que perciben los usuarios después de la instalación del SCALL en unidades domésticas ubicadas en zonas de la ciudad de Xalapa-Enríquez con vulnerabilidad socioeconómica y ambiental. Dado que es la primera vez que se instalan SCALL en los hogares de la ciudad, es necesario analizar si este sistema proporciona beneficios económicos a los usuarios. Los resultados de la investigación proporcionan información acerca de la situación de previa y posterior a la instalación del SCALL.

PALABRAS CLAVE: Evaluación económica, sistemas de captación de agua de lluvia, escasez hídrica, vulnerabilidad socioeconómica, cambio climático.

ABSTRACT: This study evaluates the economic benefits that users perceive after the installation of the SCALL in domestic units located in areas of the city of Xalapa-Enríquez with socioeconomic and environmental vulnerability. Since it is the first time that SCALL has been installed in homes in the city, it is necessary to analyze whether this system provides economic benefits to users. The results of the investigation provide information about the situation before and after the installation of the SCALL.

KEYWORDS: Economic evaluation, rainwater harvesting systems, water scarcity, socioeconomic vulnerability, climate change.

INTRODUCCIÓN

Las ciudades tienen gran concentración de habitantes y son escenarios donde se crean retos a los que se enfrenta la sociedad. El principal reto es que la instalación de sistemas de agua potable que sea eficiente, preste calidad y cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de todos los habitantes en zonas urbanas, sin poner en riesgo la capacidad regenerativa de los recursos hídricos [2].

El agua potable es un servicio escaso y por esta condición, tiene un valor económico [8]. Con el incremento de la demanda del recurso y la falta de mecanismos de gestión de agua dulce en las ciudades, promueve las tendencias para reasignar el recurso hídrico de las zonas rurales a las urbanas pues el suministro de agua depende de fuentes superficiales [3].

La gestión de sistemas centralizados para el suministro de agua en las ciudades, requiere de recursos energéticos, infraestructura y un diseño urbano para solventar la situación de escasez hídrica [7]. Sin embargo, las zonas urbanas cuentan con distintos elementos para llevar a cabo la distribución de agua de tal forma que, la recolección del agua de lluvia es una forma sencilla de tener acceso al recurso hídrico [7], que se visualiza como una solución sustentable de bajo costo que permite el ahorro monetario en infraestructura y transporte [9].

Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) son un mecanismo que atienden la demanda de agua potable y mejora las condiciones del hogar [7, 4].

City Adapt (2020), elaboró el Primer Informe del Estudio de Vulnerabilidad Ante el Cambio Climático en Xalapa y Tlalnelhuayocan, Veracruz, identificó como la ciudad de Xalapa se urbanizó y expandió de forma no planificada provocando el deterioro de ecosistemas urbanos y periurbanos (áreas verdes, humedales y bosques), que proveen servicios ecosistémicos a los habitantes ubicados en zonas que contemplan el CGC 8 El Naranjal hacia el norte, el CGC 3 Oeste, el CGC 9 Arroyo Blanco, el CGC 10 Plan de Ayala, el CGC 12 La Reforma, el CGC 4 El Castillo y el CGC 2 Este [1].

Estas fueron las directrices del Proyecto Piloto de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia Domésticos en Xalapa impulsado por SENDAS A.C. Esta propuesta está basada en colocar un SCALL en hogares de comunidades con alto grado de escasez hídrica y vulnerabilidad económica. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es evaluar los beneficios económicos que perciben los usuarios después de la instalación del SCALL en sus hogares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Metodología

La teoría económica propone la aplicación de métodos de evaluación económica para conocer si la asignación de recursos, mediante la intervención de la acción pública, produce beneficios ante la inexistencia de mercados o cuando estos mercados carecen de capacidad para asignar los bienes y servicios medioambientales [6].

Los métodos de este tipo se denominan como conductuales, cuentan con las preferencias reveladas y declaradas. Las preferencias reveladas permiten al investigador deducir el valor de un bien mediante la observación de mercados reales que están relacionados con el bien

ambiental, mientras que, con las preferencias declaradas se puede obtener de forma directa cuestionando las preferencias personales del consumidor [5].

La metodología se basó en el enfoque de los métodos conductuales para elaborar un análisis descriptivo concerniente a los beneficios económicos.

El desarrollo de la investigación se basó en 3 fases:

Fase 1. Elaboración de instrumento de investigación

En esta primera fase, se diseñó un instrumento cuya finalidad fue recabar datos con respecto a la percepción económica que poseen los beneficiarios sobre el SCALL.

Este instrumento es un cuestionario que consta de 27 preguntas enfocadas a la situación socio-económica de los usuarios a partir de las cuales se han colectado datos que brindan la perspectiva para evaluar la efectividad de la adopción de los sistemas. Se definió una muestra de 23 usuarios del SCALL de la zona El Naranjal y El Moral para ejecutar la prueba piloto del instrumento.

Fase 2. Monitoreo

Se implementó un monitoreo de los SCALL domésticos que fueron instalados por Senderos y Sendas, A. C. en colaboración con el Proyecto City Adapt del programa ONU – Medio Ambiente. El monitoreo tiene como propósito obtener información para la evaluación económica de los SCALL para lo cual, se consideran que dentro de los económicos se incluyan elementos no solo financieros sino aquellos beneficios que se consiguen por evitar costos en los que incurren los usuarios seleccionados con el propósito de mejorar su calidad de vida en relación con la disponibilidad y gestión del agua.

Se han instalado 80 SCALL en unidades domésticas pertenecientes a familias que habitan zonas con un grado elevado de vulnerabilidad hídrica y socioeconómica. Para este ejercicio se considera el estudio de la población estadística total dada la representatividad que tienen los resultados provenientes de cada uno de los beneficiarios.

Durante el periodo de mayo-octubre 2021, fue aplicado el cuestionario a 72 beneficiarios del SCALL pertenecientes a la zona de El Naranjal, El Moral, Arroyo Blanco y La Reforma.

Fase 3. Análisis de datos

Se elaboró el vaciado de la información en una base de datos que contempló 165 variables con 72 observaciones; seleccionamos las variables que debían ser codificadas, debido a que los datos estaban capturados en intervalos y a los encuestadores se les asignó un número identificador. Se realizó una base de metadatos para describir 85 variables resultantes después de los

cambios implementados al contenido informativo. El propósito del limpiado de la base de datos, codificación y corrección de valores está relacionado con facilitar el proceso de análisis estadístico y económico.

RESULTADOS

Situación previa a la instalación del SCALL

Los individuos seleccionados declararon tener desabasto de agua, por lo cual, tuvieron que adquirir distintas medidas para poder adquirir agua y así adaptarse ante estas circunstancias.

En el Gráfico 1 muestra las actividades que realizaban los usuarios para tener disponibilidad de agua antes de contar con un SCALL; se identificó que el 11.11 % de los usuarios no cocinaban en casa y debían comprar comida o pedir permiso a vecinos de la zona para poder cocinar debido a la falta de agua. Más el 15.27 % de los beneficiarios ocuparon en promedio 2 veces al mes el servicio externo de lavandería, donde el costo que asumieron algunos hogares llegó a ser de más de \$350 al mes.

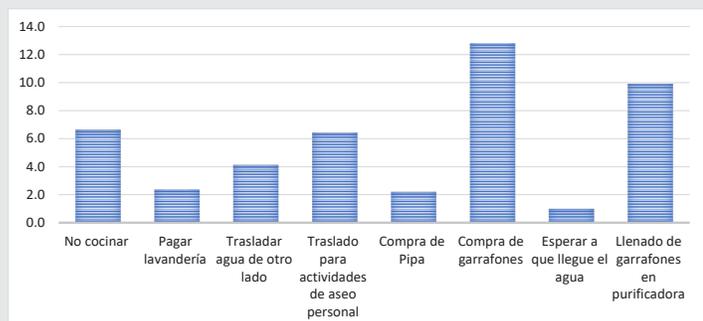


Gráfico 1. Actividades que empleaban los beneficiarios para obtener agua antes de tener un SCALL.

Fuente: Elaboración propia.

Ante el desabasto de agua, las personas trasladaron agua de otras fuentes superficiales de abastecimiento lo cual implica un costo en tiempo y esfuerzo, el 26.38 % de los usuarios llevaron a cabo esta actividad en promedio 4 veces al mes; esto implica que destinen en promedio más de 2 horas de un día para conseguir agua de dichas fuentes. Mientras que el 22.22 % de las personas se trasladaban con familiares o conocidos ubicados en colonias que sí contaban con agua para realizar actividades de aseo personal por lo menos 6 veces al mes; para este caso, los beneficiarios llegan a ocupar en promedio más de 12 horas de su día para viajar efectuar esta acción. Dado el interés de este monitoreo por conocer las afecciones de la escasez de agua en los hogares vulnerables de la ciudad, se pudo detectar que para trasladar agua a sus hogares el 69.23 % de las personas caminaban acarreando agua en cubetas, el 15%. El 38 % de los usuarios reportan el uso de transporte propio como automóvil o camioneta para acudir a colonias cercanas para realizar sus actividades de uso de agua; por último, el 7.69 % ocupaban taxi y transporte público.

Otras actividades ejecutadas por los usuarios fueron la compra de pipas, compra de garrafones, llenado de garrafones en purificadoras, debido a que esperaban varios días para que llegará nuevamente agua de la red pública. La principal actividad realizada por los individuos para la obtención de agua fue la compra de garrafones, el 65.27 % de los usuarios compró en promedio 12 garrafones al mes mostrando un máximo de 32 garrafones en el mismo periodo; con respecto al llenado de garrafones en purificadoras lo hacía el 13.88 % en promedio 10 unidades al mes. Esto implica que las personas que sufren vulnerabilidad hídrica debían destinar parte de su ingreso mensual para tener acceso al agua, además del esfuerzo físico para algunas de estas acciones.

Tabla 1. Gasto promedio al mes por actividad que empleaban los beneficiarios para obtener agua antes de tener un SCALL.

No cocinar	Pagar lavandería	Trasladar agua de otro lado	Traslado para actividades de aseo personal	Compra de Pipa	Compra de garrafones	Llenado de garrafones en purificadora
\$ 128.56	\$228.33	\$84	\$235.69	\$455.56	\$229.77	\$129.50

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se muestra en la Tabla 1, los usuarios perciben a la compra de pipa como la actividad a la que destinaron un gasto promedio al mes de \$455.56, la compra de garrafones se convirtió en la segunda actividad en la cual las personas que la ejecutaron empleaban un gasto promedio de \$299.77 y en tercer lugar se encuentra el pago de lavandería con una cantidad promedio de \$228.33.

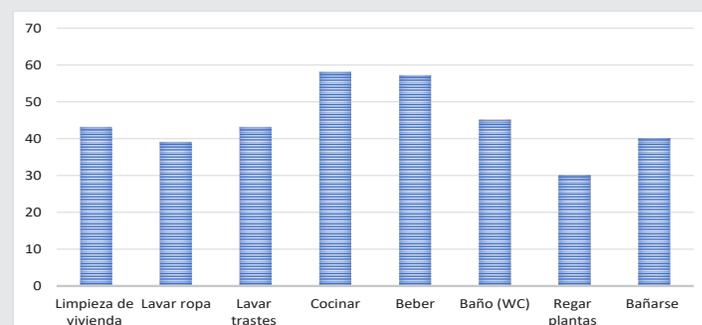


Gráfico 2. Usos del agua captada antes de contar con un SCALL.

Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de los encuestados captaban agua de lluvia antes de contar con la instalación del SCALL en sus hogares, el Gráfico 2 representa el uso que le daban los individuos al agua de lluvia que captaban siendo de esta manera que su principal uso era para cocinar en un 80.55 %, el 79.16 % de los beneficiarios incluso la utilizaron para beber y en tercer lugar el 62.5 % la usaron para el baño (WC); los primeros dos descubrimientos explican el gasto promedio al mes que destinaban las personas para la compra de garrafones y para el llenado de garrafones en purificadoras.

Situación posterior a la instalación del SCALL

Todos los usuarios mencionaron que ya no sufren desabasto de agua en sus hogares, por este motivo dejaron

de pagar lavandería, trasladar agua de otro lado entre otras actividades para contar con acceso al agua; la única actividad que prevalece es la compra de garrafones, aunque es solo por 15.27 % beneficiarios.

Con la instalación del SCALL, el 84.72% de los usuarios ha decidido ya no comprar garrafones; además, se encontró que la cantidad promedio de compra al mes de garrafones entre las personas que aún los consumen disminuyó en 4 unidades, lo cual también redujo el gasto promedio que se destinaba al mes para la compra de garrafones en \$83. La compra de garrafones al mes disminuyó en un 93.15 % y el gasto promedio al mes que era destinado para comprar garrafones tuvo un decremento de 36.12 %.

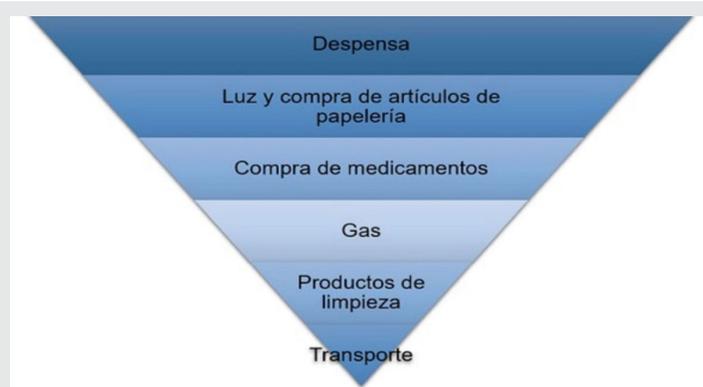


Figura 1. Bienes y servicio que pagan los beneficiarios con el ahorro mensual que identificaron después de la instalación del SCALL.

Fuente: Elaboración propia.

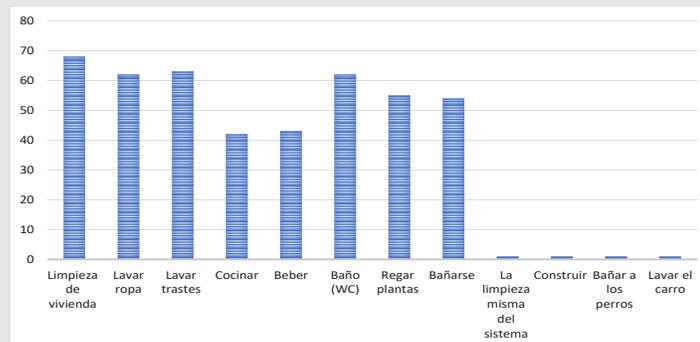


Gráfico 3. Usos de agua de lluvia captada de un SCALL.

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 3 se puede observar el cambio del uso del agua con respecto a las actividades que se plantearon en el Gráfico 2, ya que, ahora que es capturada por medio de este sistema, los beneficiarios ocupan el agua para la limpieza de la vivienda en 94.44 %; lavar ropa en 86.11 %; lavar trastes en un 87.5 %; cocinar en 58.33 %; beber en 60 %; regar las plantas 76.36 %; descarga del WC 86.11 %; bañarse en 75 %. Además, se incluyeron actividades como limpieza del sistema, construcción, bañar a perros y lavar automóviles en un 1.38 %; aun contando con acceso al agua por medio del SCALL, el ahorro y la reutilización del agua sigue estando presente en los usuarios, lo que les permite disminuir su gasto.

Después de la instalación del SCALL, los usuarios perciben un decremento en el gasto promedio al mes; se estima que dejaron de asumir un gasto de \$146.77 en promedio para la compra de garrafones y un gasto promedio de \$319.7 por traslados y \$455 por pago de pipa.

Esta disminución de gasto promedio al mes, se trasladó a la compra de despensa, papelería, gas, medicamentos, transporte, luz y/o productos de limpieza a partir del dinero que han dejado de asignar para la adquisición de agua (véase Figura 1).

CONCLUSIONES

Con el análisis descriptivo de la información, fue posible observar el estimado del beneficio económico que implica la instalación del SCALL para los individuos. Se identificó que las familias encuestadas tienen un ingreso mensual promedio de \$4,333.33 y gastan hasta \$1,491.40 antes de la colocación del sistema, lo que representó un 34.42 % de su ingreso. Con el uso de este sistema, el gasto ha disminuido y las personas perciben que pueden consumir otros bienes y/o servicios necesarios. La calidad de vida de las personas mejora, al punto de que recomiendan a sus amigos y familiares la instalación de un SCALL, debido a la percepción de los beneficios durante el tiempo que han ocupado el sistema.

Encontramos que el 100% de los usuarios encuentran positivo poder capturar agua de lluvia por medio del sistema con beneficios económicos evidentes por lo que, impulsar la captación de agua de lluvia alternativa para contrarrestar los efectos provocados por el cambio climático en zonas de esta ciudad en hogares que tienen un alto grado de vulnerabilidad hídrica y socioeconómica.

Es importante señalar que en este estudio no se estimaron las posibles repercusiones en la salud, así como los gastos que esto implicaría por el uso del agua captada antes del SCALL, ya que se usaba para cocinar en un 80.55 %, el 79.16 % de los beneficiarios incluso la utilizaron para beber y en tercer lugar el 62.5 % la usaron para el baño (WC).

Otro elemento que debe considerarse como beneficio al bien público es que la captura, almacenaje y uso del agua de lluvia, permitirá que menor cantidad de agua llegue al sistema de alcantarillado público evitando las inundación de las calles de la ciudad como se ha sufrido en la actualidad.

El récord histórico por inundación en el municipio de Xalapa registró en mayo de 2021 hasta 155 milímetros

cúbicos (mm³) acumulados lo cual, es equivalente a 155 litros por cada metro cuadrado.

Cada sistema de captación de agua de lluvia tiene una capacidad de retención de 2,500 litros; esto significa que si aproximadamente 7,712 hogares (4.168% de los hogares en Xalapa) tuvieran instalado un SCALL se evitaría que el municipio se inundará por completo¹.

Por el momento se han asignado 80 SCALL a los hogares de los CGC seleccionados captando cerca de 200,000 litros de agua, considerando el registro de lluvia de 2021, ya se evita aproximadamente la acumulación de lluvia en un 1.04%. Esto disminuye la presión sobre el alcantarillado en la zona en las cuales se tienen instalados.

Las personas en situación de vulnerabilidad tienen un beneficio económico y una mejora en la calidad de vida si se prosigue con un proyecto de esta naturaleza, ya que se realizan cambios en la vida de las personas con bajos recursos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Senderos y Encuentros para un Desarrollo Autónomo Sustentable A.C. (SENDAS) y al Programa ONU - CityAdapt por el apoyo y acceso a la información para elaborar esta investigación.

Agradezco a la Universidad Veracruzana, en especial al programa de posgrado de Maestría en Economía Ambiental y Ecológica, y el apoyo por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

BIBLIOGRAFÍA

[1] City Adapt. (2020). *Primer Informe del Estudio Vulnerabilidad Ante el Cambio Climático en Xalapa y Tlalnelhuayocan, Veracruz; Construcción de resiliencia climática en sistemas urbanos mediante la adaptación basada en ecosistemas AbE, en América Latina y el Caribe*. Consultada el 21 de noviembre de 2021, <https://cityadapt.com/wp-content/uploads/2020/04/191027-Ana%CC%81lisis-de-Vulnerabilidad-Xalapa.pdf>.

[2] Durán Juárez, J. M., & Torres Rodríguez, A. (2006). *Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media*. *Espiral*, XII(36), 129-162. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13803605>.

[3] Dustin, G., De Stefano., L., Yu, W., Jorgense, I., O'Donnell, E., Turley, L., Aguilar, I., Dai, X., De Souza, R., & Punjabi, B. (2019). *Rural water for thirsty cities: a systematic review of water reallocation from rural to urban regions*. *Environmental Research Letters*, 14 (4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0db7>.

[4] Fewkes, A. (2012). *A review of rainwater harvesting in the UK*. *Structural Survey*, 30(2), 174-194, <https://doi.org/10.1108/02630801211228761>.

[5] García, L., & Colina, A. (2004). *Métodos directos e indirectos en la valoración económica de bienes ambientales. Aplicación al valor de uso recreativo del Parque Natural de Somiedo*. *Estudios de Economía Aplicada*, 22(3), 811-838. Asociación Internacional de Economía Aplicada; Valladolid, España. Consultada el 12 de octubre de 2022, <https://www.redalyc.org/pdf/301/30122318.pdf>.

[6] Haab, T., & McConnell, K. (2003). *Valuing environmental and natural resources*. Edward Elgar Publishing Limited; USA.

[7] Haque, M. M., Rahman, A., & Samali, B. (2016). *Evaluation of climate change impacts on rainwater harvesting*. *Journal of Cleaner Production*, 137, 60-69, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.038>.

[8] Loomis, J., Kent., P., Strange, L., y Fausch, K. (2000). *Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: Results from a contingent valuation survey*. *Ecological Economics* 33(1):103-117. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00131-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00131-7).

[9] Mihelcic, J. (2017). *Integrating Developed and Developing World Knowledge into Global Discussions and Strategies for Sustainability*. *Science and Technology. Environ. Sci. Technol.* 2007, 41, 10, 3415-342, <https://doi.org/10.1021/es060303e>.

¹ Tomando como referencia que la ciudad capital mide 124400 m², suponiendo que esta área se inundará por completo, una tormenta que alcanzará el récord histórico por cada me-

tro cuadrado dejaría a esta zona cubierta con un total de 19, 282,000 litros de agua.