

## **Análisis de Precipitaciones Pluviales Registradas por la Estación DAVYS-2013, Durante el Periodo 2017, para la Captación y Aplicaciones Sustentables en el Municipio de Centla, Tabasco**

### **Analysis of Rainfall Registered by the Station DAVYS-2013, during the 2017 Period, for the Capture and Sustainable Applications in the Municipality of Centla, Tabasco**

ZARATE, Marco Antonio†\*; PEREZ-DURAN, Marco Antonio, SUAREZ-GARCÍA, Sandra Manuela y PEDRERO-HERNÁNDEZ, Sandra Elena

*Cuerpos Académicos en Formación Tecnologías y Energías Alternativas Sustentables / Conservación y Preservación de Recursos Naturales Tropicales, Instituto Tecnológico Superior de Centla*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Marco Antonio, Zarate / ORC ID: 0000-0002-3977-5394, CVU: 549508

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Marco Antonio, Pérez-Duran/ ORC ID: 0000-0002-8267-1443, CVU: 497892

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Sandra Manuela, Suarez-García / ORC ID: 0000-0002-8573-6409, CVU: 565464

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Sandra Elena, Pedrero-Hernández/ ORC ID: 0000-0002-2095-7788, CVU: 549614

Recibido 1 de Octubre, 2018; Aceptado 18 De Noviembre, 2018

#### **Resumen**

La Ciudad de Frontera en el Municipio de Centla Tabasco, se enfrenta a un grave problema de abastecimiento de agua, por un lado la distancia del lugar de captación se encuentra en la rancharía Chichicaste primera sección, a 50 kilómetros de la planta potabilizadora, por el otro, la distribución de la red municipal y los abastecimientos artesanos sin control (puyones), en ambos casos esta implícito el consumo de energía eléctrica para bombeo del líquido. También es importante recalcar que durante los meses de lluvia, es frecuente que se sufra de inundaciones, ya que la cantidad de lluvia supera la capacidad de drenaje. El presente trabajo consiste en analizar y estudiar los datos pluviales registrados en la estación "DAVIS-2013" ubicada en el Instituto Tecnológico Superior de Centla (ITSCe), con el propósito de identificar las temporalidades, las cantidades teóricas de captación pluvial para su posible aprovechamiento dentro de la Institución y el Municipio, ya que las lluvias en el estado de Tabasco son fenómenos abundantes, que incluso llegan a causar afectaciones, por lo que sería posible utilizarlas para proporcionar una alternativa al abastecimiento del vital líquido a los habitantes del Estado.

**Temporalidad pluvial, Abastecimiento de agua, Captación pluvial, Precipitación pluvial promedio, Cálculos de captación pluvial**

#### **Abstract**

The Border City in the Municipality of Centla Tabasco, faces a serious problem of water supply, on the one hand the distance of the catchment is located in the Chichicaste rancharía first section, 50 kilometers from the water treatment plant, on the other, the distribution of the municipal network and the artisan supplies without control (puyones), in both cases the consumption of electric power for pumping the liquid is implicit. It is also important to emphasize that during the rainy months it is frequent that it suffers from floods, since the amount of rain exceeds the drainage capacity. The present work consists of analyzing and studying the rainfall data recorded in the station "DAVIS-2013" located in the Higher Technological Institute of Centla (ITSCe), with the purpose of identifying the temporalities, the theoretical amounts of rainwater collection for its possible use within the Institution and the Municipality, since the rains in the state of Tabasco are abundant phenomena, which even cause damage, so it would be possible to use them to provide an alternative to supplying the vital liquid to the inhabitants of the state.

**Rainfall weather, Water supply, Rainfall, Average rainfall, Rainfall collection calculations**

**Citación:** ZARATE, Marco Antonio; PEREZ-DURAN, Marco Antonio, SUAREZ-GARCÍA, Sandra Manuela y PEDRERO-HERNÁNDEZ, Sandra Elena. Análisis de Precipitaciones Pluviales Registradas por la Estación DAVYS-2013, Durante el Periodo 2017, para la Captación y Aplicaciones Sustentables en el Municipio de Centla, Tabasco. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018, 4-14: 27-31

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: marcoaz.13@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Dentro de los recursos naturales renovables, uno de los que se destaca por su importancia no solo para los procesos humanos, si no más bien para toda la vida en nuestro planeta es el agua. La humanidad y todos los seres vivos enfrentan hoy un grave problema por deforestación, contaminación y sobre explotación de los mantos acuíferos, lo que pone en riesgo la disponibilidad de este vital líquido.

En Frontera, Centla, Tabasco, el abastecimiento de agua esta acargo de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS), quienes tienen el compromiso de captarlo en el poblado de Chichicaste ubicado a 50 kilómetros de la cabecera Municipal (Ortiz, 2018), también se encarga de la red de distribución en las colonias, así como del drenaje. Los usuarios también se proveen de agua a través de pozos artesanos conocidos localmente como puyones.

Los problemas de sanidad y captación del agua para el estado se han visto manifestadas en varias ocasiones, ya en el 2015 la Comisión Estatal de los Derechos Humanos (CEDH) emitió 26 recomendaciones a la Secretaría de Salud (SS), a la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) y al Sistema de Agua y Saneamiento (SAS), por una mala calidad de agua entubada que se sirve a comunidades de Tabasco (Pérez Marín, 2015).

Así mismo de acuerdo al anuario estadístico y geográfico del estado de Tabasco 2017, las principales fuentes y volumen promedio diario de extracción de agua para el municipio de Centla, se distribuye de la siguiente forma: 12 abastecimientos son de pozo profundo, 5 provienen de río y 1 de otras fuentes. El volumen promedio diario de extracción de estas fuentes en miles de metros cúbicos es de: no determinado para pozo profundo, 11 de río y no determinado de otras fuentes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017).

El presente trabajo de investigación, propone el aprovechamiento del agua de lluvia como parte de una de las soluciones sustentables al problema de abastecimiento que sufre el Municipio de Centla, e incluso el estado de Tabasco, ya que ayudaría a reducir la dependencia del sistema actual, disminuyendo la presión sobre el acuífero, con una inversión menor a cualquier obra de infraestructura hidráulica.

## Objetivos

Analizar las precipitaciones pluviales registradas por la estación DAVYS-2013, durante el periodo 2017, para determinar la temporalidad.

Calcular la capacidad teórica para la captación de lluvia con respecto al techo del edificio B, ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Centla.

## Desarrollo

El estado de Tabasco es uno de los estados con mayor posibilidad de captación de lluvia potencial, que podría ser aprovechado para disminuir la presión sobre los acuíferos y proveer de abastecimiento incluso a zonas marginadas o densamente pobladas, ya que la precipitación media anual del estado es de las más elevadas, como podrá apreciarse en el gráfico 1 (SEIEG, 2018).



**Gráfico 1** Entidades federativas con la mayor precipitación media anual (mm)

Fuente: Elaboración Propia .con datos de Conagua, 2018

## Metodología

El municipio de Centla se localiza en la región de los ríos teniendo como cabecera municipal a la ciudad y puerto de Frontera, que se ubica al norte del Estado, entre los paralelos 18°40' de latitud, al sur 18°02' de latitud norte, al este 92°16', y 93°05' de longitud oeste (Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México).

Los datos que se analizarán son registrados por la estación meteorológica DAVYS-2013 se encuentra ubicada en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Centla.

Serán analizadas las precipitaciones pluviales correspondiente a los meses de enero a diciembre del año 2017, con las cuales será posible estimar la cantidad de precipitación pluvial que podría ser aprovechada, de acuerdo a la ecuación 1, propuesta por Gould y Nissen-Petersen (Gould, 1999), y considerando las recomendaciones de los lineamientos técnicos para sistemas de captación de agua de lluvia, emitidos por la Comisión Nacional del Agua (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2016).

$$CA \text{ (litros)} = PP * AC * K \quad (1)$$

Donde los factores que intervienen son:

**CA.** Capacidad de abastecimiento de agua, es decir, cuántos litros de agua de lluvia potencialmente se pueden captar.

**PP.** Precipitación pluvial promedio de la temporada de lluvia del sitio de estudio. Es una variable que no se puede controlar aunque se puede predecir de forma aproximada. Para este trabajo se utilizarán los datos de la estación meteorológica DAVYS-2013.

**AC.** El área de captación es una variable que se puede controlar. La cantidad de agua que se puede captar es directamente proporcional a los m<sup>2</sup> de área de captación.

**K.** Es el coeficiente de captación que depende del tipo de superficie. Se recomienda usar  $K = 0.8$  para techos de loza impermeabilizados.

El área que se tomará en consideración para la captación pluvial será el techo del edificio B, del ITSCe, el cual cuenta con loza impermeabilizada, una pendiente de 4° de inclinación y con 1,027 m<sup>2</sup>, este edificio es actualmente alimentado con agua proveniente de un pozo artesano (puyón), además cuenta con una cisterna con capacidad de almacenaje de 31,500 litros.

De acuerdo con (Secretaría de Economía, 2013) la norma NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos, que en su apéndice Informativo 9; Metodología para el cálculo del agua de lluvia susceptible de ser captada en la edificación, delinea de forma clara los pasos para poder realizar la captación de agua de lluvia. Para lo cual se realizó la recopilación de los datos y el análisis de la precipitación pluvial promedio de la estación meteorológica DAVYS-2013, con esta información se realizó el cálculo promedio de captación utilizando el área del techo del edificio B del ITSCe. Cabe señalar que la fórmula utilizada para la captación teórica será la recomendada por Gould y Nissen-Petersen (Gould, 1999), ya que permite manejar la información en litros.

## Resultados

La estación meteorológica DAVYS-2013, arroja lecturas de precipitación pluvial en mm, en intervalos de quince minutos, veinticuatro horas al día, los trescientos sesenta y cinco días del año. Para este trabajo se tomó como referencia el año 2017. A continuación se presenta la tabla 1, en la que se observan las precipitaciones medias en mm por mes, para el año 2017.

Mes	Precipitación Media en mm
Ene	325.1
Feb	0.0
Mar	33.0
Abr	1,061.7
May	294.6
Jun	629.9
Jul	462.3
Ago	496.3
Sep	662.9
Oct	2,156.5
Nov	4,180.8
Dic	756.9

**Tabla 1** Precipitación media en mm, del año 2017  
 Fuente: Elaboración Propia, con datos de estación meteorológica DAVIS-2013

La precipitación media en mm, del año 2017 presenta la temporalidad que se muestra en la gráfica 2.



**Gráfico 2** Precipitación media en mm, del año 2017  
 Fuente: Elaboración Propia, con datos de estación meteorológica DAVIS-2013

Como se puede observar, existe la posibilidad de captar agua casi durante todo el año, siendo los meses de octubre y noviembre los de mayor precipitación pluvial, los meses de junio, julio, agosto, septiembre y diciembre muestran una tendencia muy parecida.

Para realizar los cálculos teóricos estimados de captación pluvial, es necesario utilizar la ecuación 1, los datos de precipitación media de la tabla 1, el área de captación (techo del edificio B con 1,027 m<sup>2</sup>), y el coeficiente de captación para techo de loza impermeabilizado, 0.8 (García Velázquez , 2012).

Sustituyendo la precipitación del mes de enero y los valores mencionados en la ecuación uno se tiene:

$$CA = PP * AC * K \tag{1}$$

$$CA = (325.12) (1,027) (0.8) = 267,118.6 \text{ litros}$$

La captación pluvial teórica anual se ilustra en la tabla 2.

Mes	PP (en mm)	AC (m <sup>2</sup> )	K	CA (litros)
Ene	325.12	1,027	0.8	267,118.6
Feb	0.00	1,027	0.8	0.0
Mar	33.02	1,027	0.8	27,129.2
Abr	1,061.72	1,027	0.8	872,309.2
May	294.64	1,027	0.8	242,076.2
Jun	629.92	1,027	0.8	517,542.3
Jul	462.28	1,027	0.8	379,809.2
Ago	496.32	1,027	0.8	407,773.2
Sep	662.94	1,027	0.8	544,671.5
Oct	2,156.46	1,027	0.8	1,771,747
Nov	4,180.84	1,027	0.8	3,434,978
Dic	756.92	1,027	0.8	621,885.5

**CA:** Captación teórica mensual de lluvia. **PP:** Precipitación pluvial media. **AC:** Área de captación. **K:** Coeficiente de captación loza impermeabilizada.

**Tabla 2** Captación teorica mensual en litros, utilizando el área del edificio B  
 Fuente: Elaboración Propia, con datos de estación meteorológica DAVIS-2013

**Conclusiones**

El estado de Tabasco y en particular el Municipio de Centla, poseen uno de los mayores índices de comunidades de alta marginación (según información del INEGI), que no tienen acceso al agua entubada, energía eléctrica y servicios sanitarios.

Estas comunidades se provisionan de agua de los ríos, pozos artesanos y otras fuentes, por lo que este proyecto de captación pluvial podría ser desarrollado en el estado y permitiría el acceso al vital liquido durante gran parte del año.

Para el caso específico del ITSCE, y de acuerdo a la tabla 2. Captación teórica mensual en litros, utilizando el área del edificio B, podría captarse un total de 9, 087,040.6 litros de agua pluvial al año, con lo cual se disminuiría la extracción del subsuelo, y se tendría una alternativa viable de abastecimiento de agua para diversos usos.

Los trabajos futuros de investigación corresponderían al cálculo del consumo de agua, en el edificio B del ITSCe, de acuerdo a la norma Mexicana “NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos”, para comparar el consumo mes – año con la capacidad de captación pluvial, lo cual conducirá al diseño y construcción de un prototipo de captación. Por otro lado, para ampliar el área de interés al municipio y al Estado, será necesario el análisis de los datos de precipitaciones pluviales de otras estaciones meteorológicas de la región, así como realizar el análisis y tratamiento estadístico entre ellas.

La promoción de los resultados estadísticos, los cálculos de capacidades de captación de acuerdo a diferentes superficies y diferentes áreas, así como los resultados del prototipo, permitirían buscar los recursos financieros nacionales e internacionales para su aplicación en comunidades del municipio o el estado de Tabasco, incluso a nivel particular.

Por lo que la utilización planificada de la lluvia, sometida a análisis específicos de calidad de agua para consumo humano, bajo la norma NOM-127-SEMARNAT-2010, permitiría garantizar la soberanía y acceso al vital líquido, la recarga de acuíferos, facilitar la reducción de inundaciones y la supervivencia de ecosistemas endémicos de la región.

## Referencias

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2016). *LINEAMIENTOS TÉCNICOS: SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA CON FINES DE ABASTO DE AGUA POTABLE A NIVEL VIVIENDA* (Abril 2016 ed.). México: CONAGUA. Recuperado el Enero de 2018

Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. (s.f.). Estado de Tabasco; Centla. México. Recuperado el 21 de 04 de 2018, de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM27tabasco/municipios/27003a.html>

García Velázquez, J. (2012). *Tesis: Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la Ciudad de México*. (F. d. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, Ed.) México.

Gould, J. N.-P. (1999). *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply*. EUA.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2017*. México: INEGI. Recuperado el marzo de 2018, de [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

Ortiz, N. (13 de 08 de 2018). 45 mil sin agua en Frontera. *Tabasco HOY*, págs. 1-4. Obtenido de <http://www.tabascohoj.com/nota/379768/45-mil-sin-agua-en-frontera>

Pérez Marín, L. (29 de 10 de 2015). Agua potable en Tabasco está contaminada: Derechos Humanos. *El Universal*, págs. 1-2. Obtenido de <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2015/10/29/agua-potable-en-tabasco-esta-contaminada-derechos-humanos>

Secretaría de Economía. (2013). *Norma Mexicana NMX-AA-16-SCFI-2013*. Diario Oficial de la Federación. Recuperado el Marzo de 2018

SEIEG. (2018). Precipitación media anual por entidad federativa 2015 a 2017. México. Obtenido de <http://www.aguascalientes.gob.mx/CEPLAP/SEIEG/inicio.asp?id=7>

## Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Centla, por el apoyo y liderazgo mostrado en temas relacionados a la aplicación tecnológica con enfoque sustentable, que posibilitan estos estudios.

Agradecemos a los integrantes de los cuerpos académicos en formación: **Tecnologías y Energías Alternativas Sustentables así como Conservación y Preservación de Recursos Naturales Tropicales**, por su colaboración y apoyo en el proyecto de investigación que hemos puesto en marcha durante este año 2018.