

2016-05

# Planteamiento metodológico para lograr la eficiencia hídrica sustentable. Estudio de caso: unidad habitacional Tepic, Nayarit

Álvarez-Partida, Francisco; Cayeros-Robles, Danyra E.; Aguirre-Paczka, Carlos V.

---

Álvarez-Partida, F.; Cayeros-Robles, D.E. y Aguirre-Paczka, C.V. (2016). "Planteamiento metodológico para lograr la eficiencia hídrica sustentable. Estudio de caso: unidad habitacional Tepic, Nayarit". En Gestión integral del agua: responsabilidad de México. Consejo Académico del Agua, Comisión Estatal del Agua de Jalisco. Zapopan, Jalisco: Etxeta.

Enlace directo al documento: <http://hdl.handle.net/11117/3607>

*Este documento obtenido del Repositorio Institucional del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente se pone a disposición general bajo los términos y condiciones de la siguiente licencia:*  
<http://quijote.biblio.iteso.mx/licencias/CC-BY-NC-2.5-MX.pdf>

*(El documento empieza en la siguiente página)*



---

## USO EFICIENTE

**Título:**

**Planteamiento Metodológico para lograr la eficiencia hídrica sustentable. Estudio de caso: Unidad habitacional Tepic, Nayarit.**

**Autor(es):**

**Arq. Danyra Esmeralda Cayeros Robles**

Arquitecta y estudiante de la Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables. ITESO. Instituto de Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. (Tlaquepaque, Jalisco).

E-mail: [danyra\\_2002@hotmail.com](mailto:danyra_2002@hotmail.com), [pe699392@iteso.mx](mailto:pe699392@iteso.mx)

**Mtro. Carlos Vicente Aguirre Paczka**

Profesor investigador del ITESO.

E-mail: [loscar@iteso.mx](mailto:loscar@iteso.mx)

**Mtro. Francisco Álvarez Partida**

Profesor investigador del ITESO.

E-mail: [falvarez@iteso.mx](mailto:falvarez@iteso.mx)



**Currículum del ponente:**

**Arquitecta Danyra Esmeralda Cayeros Robles**

Egresada del Instituto Tecnológico de Tepic, con experiencia en proyectos de intervención, rescate y mejoramiento de imagen urbana de espacios públicos.

Se ha desempeñado como asistente técnico en el área de construcción de obra y residente, así como proyectos de remodelación de vivienda. Se ha especializado en cursos de arquitectura con bambú, fotorrealismo y postproducción, gestión de patrimonio cultural, diseño de jardines y arquitectura bioclimática.

Actualmente es estudiante de la Maestría de Proyectos y Edificación Sustentables, en el ITESO.

**Mtro. Carlos Vicente Aguirre Paczka**

Ingeniero Civil por la Universidad de Guadalajara, Maestro en Desarrollo Humano por el ITESO, y Maestro en Hidráulica Urbana por la Universidad Autónoma de Guadalajara, Director de la empresa Comuna Ingeniería, consultor de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco y del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Zona Metropolitana de Guadalajara y Profesor Investigador de la Universidad ITESO.

**Mtro. Francisco Álvarez Partida**

Arquitecto y maestro en informática aplicada por el ITESO; Guadalajara, Jalisco, México. Ha realizado cursos de posgrado en las universidades de Hildesheim/Holzminden/Göttingen, Heidelberg y Lüneburgo, en Alemania, relacionados con la construcción, los derechos humanos y el desarrollo sustentable.

Actualmente es profesor investigador del ITESO y doctorante en el posgrado de arquitectura de la UNAM.



**Palabras clave:**

Ahorro de agua, eficiencia hídrica, dispositivos ahorradores de agua, consumo de agua, ahorro de energía y vivienda de interés social.

**Resumen:**

El presente trabajo consiste en un estudio acerca de la problemática que enfrentan los conjuntos habitacionales en Tepic Nayarit, para abastecer la creciente demanda de población. Se parte de cuatro aspectos fundamentales que un sistema de agua potable debe cumplir, de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua.

Referido a un estudio de caso, en donde se hizo un análisis del contexto en relación con el suministro y presión del agua, análisis del usuario en relación con el consumo de agua, que incluye un monitoreo de gasto actual y otro con dispositivos ahorradores. Al final se establecen escenarios para mejorar el abastecimiento continuo de agua, y para saber qué tanto efecto tiene la implementación de dispositivos ahorradores. La eficiencia hídrica promovida en estas viviendas, favorecerá en garantizar el abastecimiento continuo, promover el uso adecuado y consiente del agua, fomentar hábitos de consumo responsable y ayudar a preservar los mantos acuíferos de la ciudad.

**Contenido:**

**1. Introducción**

El crecimiento urbano y de población de la ciudad de Tepic, es el punto de partida de la problemática del agua, desencadenando una desmedida perforación de pozos para abastecer a la demanda actual. Por otro lado, se presenta contaminación de ríos y arroyos, ausencia de control de agua por parte de autoridades municipales a falta de implementación de medidores de agua, manejando la misma tarifa de agua para las viviendas sin importar el consumo de agua. Por tal motivo, también existen



nuevos hábitos de higiene personas que aumentan el consumo de agua per cápita, así como modos y costumbres de la población. Todo ello ha provocado desequilibrios importantes en los sistemas biológicos. El objetivo es elaborar un planteamiento metodológico para lograr una eficiencia hídrica sustentable.

### **1.1 Estudio de Caso.**

Se seleccionó la unidad habitacional “INFONAVIT Los Fresnos”, compuesta por un total de 5928 habitantes (INEGI, 2010) y un total de 2046 viviendas según (INFONAVIT, 2013). Se caracteriza por ser edificios de vivienda multifamiliar de interés social, y tiene aproximadamente treinta años de construcción. Esta zona presenta problemas de abastecimiento de agua, el SIAPA-Tepic (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Tepic) “tandea” la distribución de agua, haciendo cortes de agua a partir de las 8:00 p.m. y restaurando el servicio hasta las 5:00 a.m., lo cual provoca inconvenientes en los habitantes por la falta del suministro de agua por las noches.

## **2. Metodología y desarrollo**

Un sistema de agua potable y su respectiva operación, debe cumplir con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-CONAGUA-2009 (CONAGUA, 2011). En dicha norma se establece que la operación del sistema debe ser de calidad, en cantidad suficiente, presión adecuada y servicio continuo durante su vida útil. Además, el sistema debe operar en números negros. Para el caso de este proyecto, se analizaron estos cuatro aspectos importantes para poder crear escenarios y recomendaciones para lograr un sistema más eficiente de agua en la zona habitacional. Se hizo un estudio del estado actual de los pozos de abastecimiento, de las redes de distribución y alcantarillado (sanitario y pluvial), y del consumo de agua de los habitantes incluyendo encuestas, entrevistas y dinámicas participativas.



## 2.1 Calidad.

El abastecimiento se realiza mediante dos pozos de agua que tienen las siguientes características: el pozo de agua propio del conjunto habitacional que tiene un aforo de 23 l/s y un nivel dinámico de 39 m; y un pozo externo denominado “26 de septiembre II”, del cual se extraen 38.86 l/s, y su nivel dinámico se encuentra a 68 m. Ambos pozos cumplen la NOM-127-SSA1-1994 (SSA, 1995), correspondiente a los límites permisibles de calidad de agua, según funcionarios de SIAPA-Tepic.

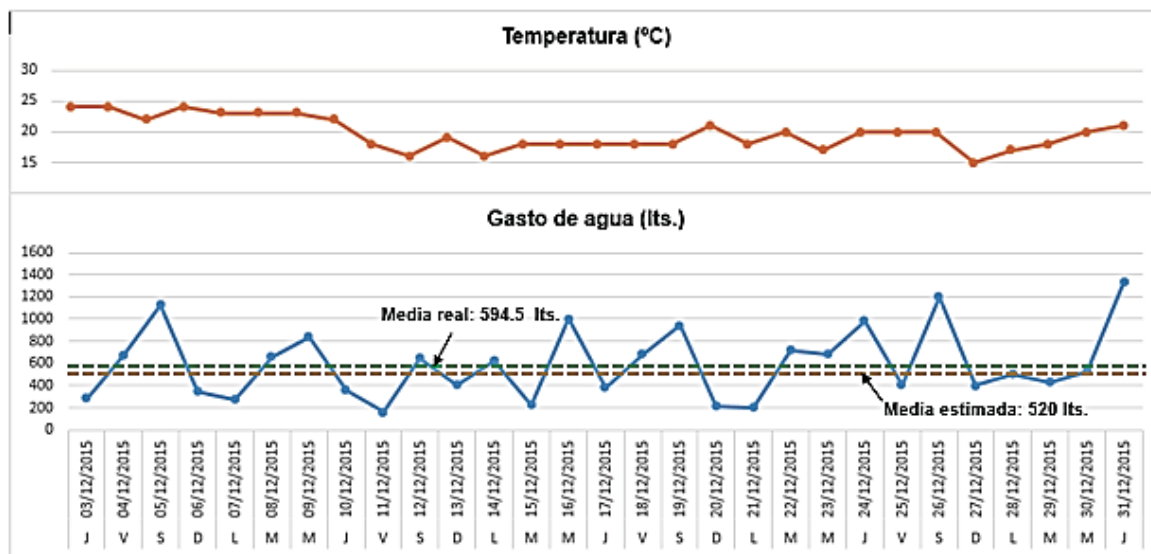
Las redes de distribución de agua potable son de PVC y tienen una antigüedad de treinta años a las cuales se les ha dado mantenimiento en cuanto a reparación de fugas. La conducción de aguas pluviales y de drenaje es conjunta y se le ha estado dando un buen mantenimiento cuando se han encontrado tuberías colapsadas.

## 2.2 Cantidad.

La unidad habitacional cuenta con un total de 5928 habitantes, y para determinar la dotación de agua necesaria, se consultó el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (CNA), en la sección de los Datos Básicos se determina la dotación doméstica en función del nivel socioeconómico (mientras más bajo menos dotación de agua), la temperatura y el clima de la localidad. Para este trabajo, los rangos de temperatura de Tepic corresponden de 18 a 22°C, es decir para un clima semi-cálido. De acuerdo al tipo de vivienda del conjunto habitacional, se considera popular, lo cual corresponde a una dotación de 130 l./hab./día. Por otro lado, el Reglamento de construcciones y seguridad estructural para el municipio de Tepic, Nayarit (H. Ayuntamiento Constitucional de Tepic, 2002), establece una dotación mínima de 150 l/hab/día para vivienda. Para corroborar el consumo diario en la vivienda, se realizó un monitoreo del consumo real de agua en la vivienda a lo largo de un mes, donde se registró una media de



148.60 l/persona/día, en una familia integrada por cuatro habitantes que tuvieron un consumo de 594.50 l. Este consumo se considera neto como si no cortaran el abastecimiento por las noches, ya que los habitantes que utilizan agua de noche la almacenan durante el día. Además suele registrarse más consumo durante los sábados, considerando este día como descanso aprovechando lavar o realizar en forma las labores de la casa (véase gráfica 1). Además se comparó con la temperatura media registrada en ese mismo periodo, con datos obtenidos de la página web Weather Underground (The Weather Channel, 2016), porque se espera comparar el análisis en verano para comparar el gasto de agua de acuerdo con la temperatura. En dicha gráfica no existe una correlación de temperatura con el gasto de agua, sino con los hábitos de consumo.

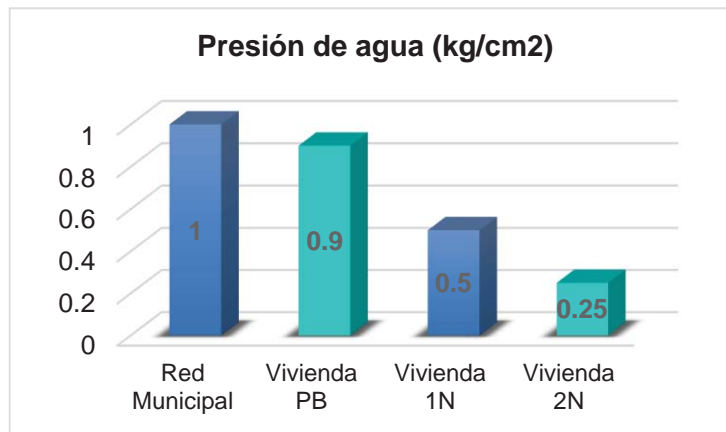


Gráfica 1. Gasto de agua real en relación con la temperatura. Fuente: elaboración propia.

### 2.3 Presión.

Los pozos que abastecen a esta zona tienen una presión de entre 3.2 y 4 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, lo cual es suficiente para el sistema funcione adecuadamente, sin embargo, la presión que llega a los edificios de viviendas multifamiliares no cumple

satisfactoriamente según las encuestas realizadas a los usuarios. Para comprobarlo, se realizó un monitoreo de presión utilizando un manómetro en cada uno de los tres niveles del edificio y de la red municipal (véase gráfica 2). Al pie de los edificios tiene una presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, pero el edificio tiene 10.48 m, y además se deben considerar las pérdidas de tuberías y medidor (véase imagen 1).



Gráfica 2. Registro de presión de agua en la vivienda. Elaboración propia. Fuente: Trabajo de campo.

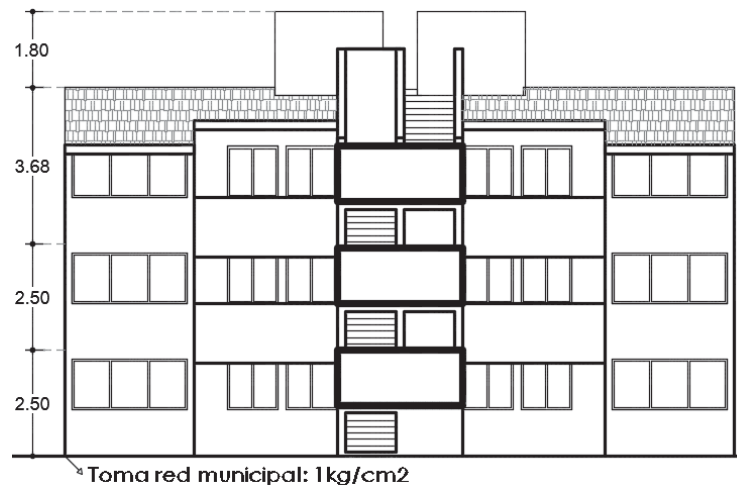


Imagen 1. Altura total del edificio. Elaboración propia.



**2.4 Servicio continuo.**

Por medio de investigación de campo y de encuestas con los habitantes, se observó que cortan el abastecimiento por las noches. Sin embargo antes esta situación era más incómoda porque se quedaban varios días sin agua. Por otro lado, actualmente llenan baldes durante el día para poder usarla en la noche, ya sea para bañarse, uso sanitario, lavarse las manos y dientes, etc. Pagan mensualmente la tarifa de \$110.00, estipulado por el Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit (H. Ayuntamiento Constitucional de Tepic, 2012) y autorizada por SIAPA-Tepic, correspondiente la tarifa doméstica baja en ausencia de medidor. Muchas personas ya han optado por instalar bomba y tinaco para contrarrestar estos problemas.

**Resultados**

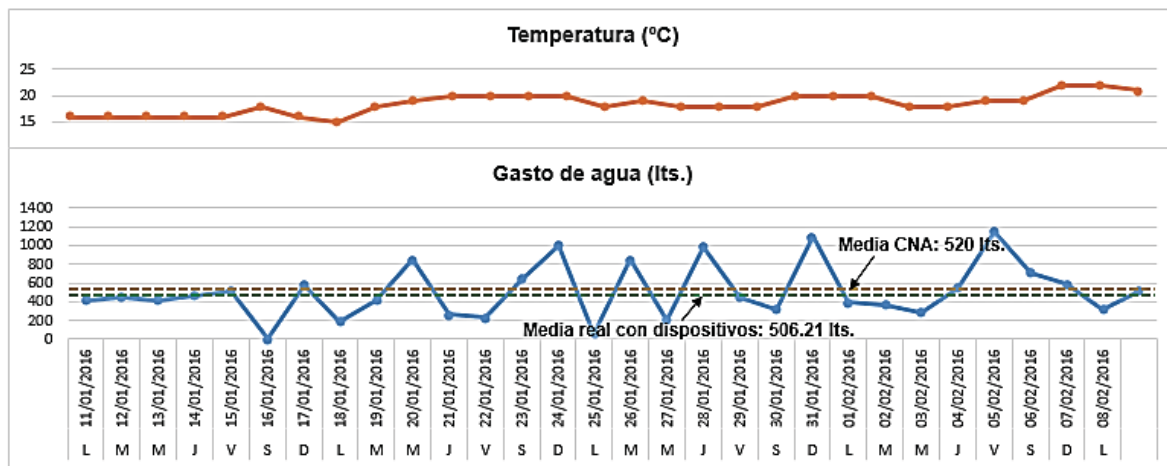
La calidad del agua suministrada por ambos pozos está dentro de norma según funcionarios de SIAPA-Tepic, pero no se realizó una prueba para comprobarlo. Por otro lado, el hecho de que exista diferenciación entre ambos drenajes hace factible la infiltración de agua pluvial, para recargar los mantos freáticos, con el debido tratamiento, según como lo estipula la NOM-015-CONAGUA-2007 (CONAGUA, 2007).

En cuanto a la cantidad suministrada, según los cálculos realizados con el aforo del pozo propio de la unidad habitacional de 23 l/s debería ser suficiente para abastecer a todos los habitantes, esto hace suponer la presencia de fugas tanto en la red de agua potable como en las viviendas, de acuerdo a la dotación establecida del municipio. Sin embargo, la presión real medida en las tuberías no es suficiente para abastecer a los pisos superiores de los edificios del conjunto habitacional, para lo cual se requerirá contar con una presión de 2.5 kg/cm<sup>2</sup> considerando las pérdidas por tuberías y medidor para que pueda llegar adecuadamente a las viviendas



localizadas en el segundo y tercer piso, (véase imagen 1). Se propone el cambio a bombas inteligentes, de gasto variable que den un servicio continuo y con la presión requerida.

En el tema de servicio continuo, se busca la manera de evitar los tandeos implementando por parte del usuario dispositivos ahorradores de agua, y se realizó un monitoreo del consumo de agua con estos dispositivos, comprobándose un ahorro del 15% de agua comparado con el consumo actual (véanse gráficas 1 y 3). Esto es un ahorro de 22 l/hab/día, que equivale a un consumo de 126.55 l/hab/día, el cual por debajo del Manual de la CNA para este tipo de vivienda.



Gráfica 3. Gasto de agua real en relación con la temperatura. Fuente: elaboración propia.

### Análisis y discusión

Se percibe un círculo vicioso que es necesario romper, por un lado el sistema de agua potable no está siendo eficiente porque tandeo el agua y no la suministra con la presión requerida. Por otro lado, para poder ser más eficiente se necesitan cambios en la infraestructura y en los hábitos de consumos del usuario.



Una mejor eficiencia en el sistema implica pasar de la cuota mensual del suministro de agua potable por el servicio medido. Para mejorar la presión se deben establecer zonas de acuerdo a las elevaciones del terreno, cambiar a estrategias de bombeo más inteligentes y en las edificaciones aumentar el diámetro de tuberías para mejorar la presión, e instalar dispositivos ahorradores.

El uso de dispositivos ahorradores de agua, puede lograr un ahorro del 15%, con una población en el municipio 380,249 darían un ahorro de más de 8 millones de litros consumido al día, sin embargo no hay incentivos por parte de las autoridades municipales, aunque los créditos de INFONAVIT promueven su implementación. Este ahorro evitaría los tandeos, y el cobro por el servicio medido traería recursos para renovar la infraestructura.

### **Conclusiones**

Para que se cumpla la eficiencia hídrica sustentable se tienen que cumplir los cuatro requisitos establecidos por la CNA: para que un sistema de agua potable opere correctamente debe cumplir con cantidad, calidad, presión y servicio continuo, así como en la parte operativa y de administración, pero también debe ir acompañada de un uso consciente y adecuado de este recurso.

### **Bibliografía**

CONAGUA. NOM-015-CONAGUA-2007 (2007). Retrieved from: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/NOM-015-CONAGUA2007.pdf>

CONAGUA. PROY-NOM-001-CONAGUA-2009 (2011). Retrieved from [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5173703&fecha=04/01/2011](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173703&fecha=04/01/2011)



H. Ayuntamiento Constitucional de Tepic. Reglamento de construcciones y seguridad estructural para el municipio de Tepic, Nayarit (2002). Retrieved from <http://www.transparencia.tepic.gob.mx/docs/reglamentos/09-reglamento-construcciones.pdf>

H. Ayuntamiento Constitucional de Tepic. (2012). *Ley de Ingresos para la municipalidad de Tepic, Nayarit; para el ejercicio fiscal 2013*. Tepic, Nayarit. Retrieved from <http://transparenciafiscal.tepic.gob.mx/docs/tarifas-siapa.pdf>

INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Retrieved August 8, 2014, from

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/glosario/Default.aspx?ClvGlo=CPV2010&s=est&c=27432>

INFONAVIT. (2013). Entrevista a habitantes Unidad habitacional Los Fresnos Multifamiliar.

SSA. NOM-127-SSA1-1994 (1995). Retrieved from <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>

The Weather Channel. (2016). Weather Underground. Retrieved February 16, 2016, from <http://www.wunderground.com/mx/tepic?MR=1>