

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL MONITOREO Y RECICLAJE DE AGUAS RESIDUALES EN EL HOGAR

*PROPOSED DESIGN OF A MOBILE APPLICATION FOR
MONITORING AND RECYCLING OF WASTEWATER AT HOME*

Verónica del Carmen Rodríguez Arreguín

Tecnológico Nacional de México en Celaya

13030549@itcelaya.edu.mx

Recepción: 13/noviembre/2019

Aceptación: 29/noviembre/2019

Resumen

Con el siguiente proyecto se determinaron las especificaciones para la construcción de un prototipo de una aplicación móvil, que mediante un sistema de almacenamiento, sensores y filtrado permita hacer el monitoreo del estado en el que están las aguas grises, que derivan del uso doméstico como el lavamanos o el fregadero, para posteriormente almacenarlas y utilizarlas en procesos en los que no se requiera agua potable, tales como el vaciado de un sanitario, el riego de áreas verdes, entre otros y de esta manera sólo utilizar el agua potable en actividades que realmente requieran el uso de la misma. El tratamiento de aguas residuales es un recurso favorable ya que así no se desperdicia tanta agua y se le busca un uso adecuado. Por lo tanto, es necesario tener una adecuada cultura para que así no haya desperdicio de agua potable, pero para que esto sea posible es necesario instruir a las personas. La realidad de la reutilización debe definirse en los lugares en que existe la necesidad de aumentar la dotación de agua para los usos que sostienen el desarrollo económico. En términos de calidad y de sostenibilidad, se puede decir que demanda y recursos están estrechamente relacionados, ya que resulta difícil mantener la calidad de los recursos cuando hay poca cantidad y, adicionalmente, la falta de calidad del agua condiciona gravemente la ecología de los ecosistemas, clave para gran número de aplicaciones del agua.

Palabra(s) Clave: Aplicación móvil, monitoreo, reciclaje, sensores.

Abstract

With the following project, the specifications for the construction of a prototype of a mobile application were determined, which by means of a storage system, sensors and filtering allow monitoring of the state in which the gray waters are, which derive from domestic use such as sink or sink, to later store and use them in processes that do not require drinking water, such as emptying a toilet, irrigation of green areas, among others and thus only use drinking water in activities that really require the use of it. The treatment of wastewater is a resource favorable since it is not wasted so much water and you are looking for a proper use. It is therefore necessary to have a good culture so that there is no waste of drinking water, but for this to be possible it is necessary to educate people. The reality of reuse must be defined where there is a need to increase water supply for the uses that underpin economic development. In terms of quality and sustainability, it can be said that demand and resources are closely related, as it is difficult to maintain the quality of resources when there is little quantity and, in addition, the lack of water quality seriously conditions ecology of ecosystems, key to a large number of water applications.

Keywords: *Mobile application, monitoring, recycling, sensors.*

1. Introducción

Primeramente, se conceptualizarán algunos términos importantes que le dan pie a esta investigación. Siendo la primera idea la explicación de qué son las aguas grises y como realiza el reciclaje de ese tipo de aguas.

Se pueden definir las aguas grises a todas aquellas que se utilizan en baños, regaderas, lavabos etc. Primordialmente en el hogar ya establecido este punto denominamos al reciclaje o tratamiento del agua a un sistema que nos permite utilizar el agua en lo que no requiere tanto de agua 100% potable tales como inodoro, riego, en vehículos, en limpieza [metcalf, 1985]. El agua tratada se convierte en agua limpia y completamente higiénica, sin embargo, de acuerdo con los informes consultados, se llega a la conclusión de que, aunque se vuelve agua limpia, no es 100% potable, pero es posible utilizarla en multitud de usos cotidianos [Kestler, 2004]. En este proyecto se enfocó en casas particulares, pretendiendo

ahorrar muchos de litros de agua al año. El estudio preliminar llevó a considerar que al agua reutilizada se le da más uso en el riego y en otras aplicaciones que no se requiera agua potable, como lo es en el aseo de pisos y otras labores de limpieza en el hogar [Seoanez, 1995].

Con relación al análisis previo, se encontró que existen algunas empresas que se dedican al tratamiento de aguas grises alrededor del mundo, si bien se notó que no existen tantas plantas y/o empresas que se dediquen a esto, ya que es sensible la falta de esta cultura en el mundo, por lo que todavía no ha sido implementada o no se tiene el conocimiento suficiente sobre el tratamiento de aguas grises, algunas de las empresas que se encontraron a lo largo de esta investigación son las siguientes:

- **Grey Water Net. (España):** Esta compañía desarrollo un sistema para el tratamiento de agua grises, la gran diferencia contra otras compañías es el sistema de control inteligente, dicho sistema adapta los procesos de tratamiento al depósito de agua existente, con esto la compañía también optimiza el consumo de la energía. Además, implementan dos sistemas que trabajan simultáneamente para la eliminación de gérmenes, rayos ultravioletas (UV) y la cloración, con esto aumentan la calidad del agua.
- **Soliclima (España):** Es una empresa que se encarga de desarrollar, instalar y mantener proyectos basados en energías renovables y tratamiento de agua. El sistema que ofrecen tiene aproximadamente el tamaño de un armario, basa su funcionamiento en un filtrado biomecánico libre de elementos químicos, la esterilización que realizan es a través de una lámpara de rayos UV. El ahorro que se alcanza es de 90.00 litros de agua anuales en una vivienda.

Conociendo que existen plantas de tratamiento de agua, se indagó un poco más para identificar los datos más relevantes referentes al agua sobre el mundo, los cuales se pueden enumerar de la siguiente manera [Díaz, Alvarado y Camacho, 2012]:

- El sol evapora más de un billón de toneladas de agua al día, los cuales permanecen en la atmosfera, hasta que regresan a la superficie.

- En el planeta hay alrededor de 525 millones de kilómetros cúbicos de agua.
- El 97% del agua pertenece a los océanos y el 2% se encuentra congelada.
- Sólo el 2.5% del agua existente en la Tierra es dulce. De dicha cantidad, el 0.5% está en depósitos subterráneos y el 0.01% en ríos y lagos.
- Sólo el 0.007% del agua en la Tierra es potable, lo cual es alarmante ya que se reduce año tras año.
- Más de 1100 millones de personas son las que carecen de acceso a fuentes de agua potable.
- 190 litros por día es el promedio de agua utilizado por las personas.
- Más de dos tercios del agua utilizados en el hogar son empleados en el baño.
- Descargar e inodoro consume alrededor de 7.5 y 26.5 litros de agua.
- En una ducha de tan solo cinco minutos se utilizan alrededor de 95 a 190 litros de agua.
- Una llave que gotea puede desperdiciar más de 75 litros de agua al día.

Citando a Lloyd Axworthy “El agua se ha convertido en un recurso muy preciado. Hay lugares en los que un barril de agua cuesta más que un barril de petróleo” [Axworthy, 2018]. En la figura 1 se puede observar cuál es la magnitud del desperdicio de agua por día en el hogar.

El consumo por persona debería ser de aproximadamente **5 a 7 m³ al mes**, que equivale a **160 a 300 litros por día**.

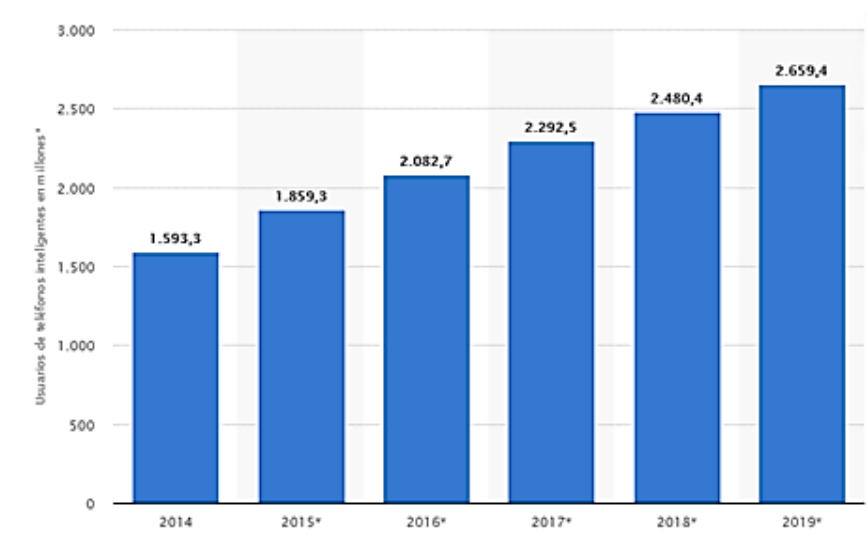


Fuente: [Interagua/Telégrafo, 2014: eltelegrafo.com].

Figura 1 Desperdicio del agua en el hogar.

Otro punto importante para esta investigación es los medios que puede aplicarse para encontrar una solución tecnológica al problema de reutilización del agua, lo

cual para este proyecto corresponde a los dispositivos inteligentes, en especial es teléfono inteligente o smartphone, el cual es un accesorio de uso cotidiano para muchas personas. En la figura 2 se puede apreciar una gráfica la cual expone a nivel mundial, cuántos usuarios cuentan con este dispositivo del 2014 hasta el 2019.



Fuente: [Statista Research Department, 2019: es.statista].

Figura 2 Número de usuarios que cuenta con Smartphone a nivel mundial (millones).

Se puede mencionar que un total de 81% de estos usuarios hacen uso del smartphone para tomar fotografías y uso de aplicaciones móviles. Así como los dispositivos han marcado un cambio en cada actualización que realizan tanto de hardware como de software, por esta situación actualmente los smartphones son el principal punto de acceso a internet.

Ya entrando en tema de las aplicaciones móviles se sabe que estas agregan un valor tecnológico que brindan la oportunidad de mejorar las condiciones de vida, y permite crear e innovar servicios, se reconoce que gracias al uso del Smartphone el público al que estará orientada la propuesta de la aplicación móvil será a personas desde los 15 a los 70 años [Revista Milenio, 2018]. Con estos datos, se define como objetivo principal el recolectar información para así poder dar una propuesta de diseño de una aplicación móvil como un sistema de monitoreo de aguas grises, para su reutilización hacia la toma de decisiones en el uso del producto resultante de tratamiento, con esto se establece como propósito reducir un 10% el consumo del

agua, ya que gracias a la aplicación móvil se decidirá, según los niveles de PH del agua, cuál sería su tratamiento y cuál sería el uso adecuado que se le podría dar.

2. Métodos

El presente artículo corresponde a una primera fase del proyecto, que tiene como objetivo el obtener una propuesta de una aplicación aceptable para el monitoreo de aguas grises en el hogar. Cabe mencionar que se aplicó el método de desarrollo de software en cascada, el cual es un proceso de desarrollo secuencial, conformado por un conjunto de etapas que se ejecutan una tras otra. Se le denomina así porque las diferentes fases que componen el desarrollo del proyecto siguen un flujo de ejecución unidireccional, como una cascada. Este método tiene como beneficios que: los resultados de las primeras fases del proceso pueden evitar problemas que serían más costosos posteriormente, la documentación realizada apoya etapas subsecuentes, al ser un proceso muy estructurado y con fases bien definidas, es fácil de entender y realizar, lo que lo hace adecuado para proyectos estables, donde los requisitos son claros y no van a cambiar a lo largo del proceso de desarrollo [Domínguez, 2017].

Para esta investigación el alcance correspondió a las dos primeras etapas que son la definición de los requisitos y el diseño, ya que la propuesta requería de un estudio de los datos más relevantes mencionados anteriormente, se realizó el análisis de esta información para poder establecer los requisitos necesarios para fundamentar la propuesta del diseño de la aplicación:

- La primera etapa fue la recolección de requisitos, en la cual se tomó la tarea de buscar estudios previos sobre la importancia del tratamiento de aguas grises, como también si alrededor del mundo existen plantas de tratado de agua, con lo cual se obtuvo una visión favorable al encontrar una gran cantidad de información sobre este tema.

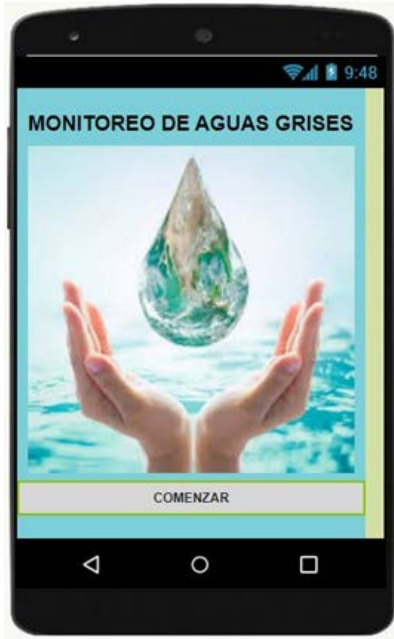
Con este estudio se comenzó a conformar la idea de que la aplicación se basará en los niveles del PH del agua para dar sugerencias sobre el uso que podría dársele, puede mencionarse que también en toda la información recolectada se encontró una propuesta para el diseño del circuito con dichos

sensores para la medición del PH, lo cual facilitó pasar a la siguiente etapa de esta investigación.

Se realizaron consultas sobre estadísticas del uso de smartphones y se estableció que las personas en las que estaría enfocada esta propuesta son el público de entre 20 a 50 años.

Se llegó a la conclusión de que los requerimientos necesarios para la elaboración de esta aplicación serían los siguientes:

- ✓ **RQ1.** La aplicación debe ser sencilla y con un entorno amigable para su fácil uso.
 - ✓ **RQ2.** Para la toma de decisiones sobre que uso se le dará al agua se necesita un sensor de PH, el cual ayudará a verificar los niveles de acides que se obtengan del agua.
 - ✓ **RQ3.** Detallar una lista de opciones que se puedan utilizar dependiendo cada nivel que aparezca en el resultado de la medición del PH.
- La segunda etapa empleada fue la del diseño de la aplicación, en esta etapa del diseño de acuerdo con los requerimientos obtenidos llegue a la conclusión de que una aplicación sencilla de usar y sin tantas complicaciones era la mejor idea para el diseño, también dio la idea de que la aplicación evaluara para obtener los resultados una comunicación con un sensor de PH a través de un Arduino. El análisis de requisitos previo ayudó en esta etapa ya que también se pudo recolectar las recomendaciones que se estarían dando en cada situación. Para ello se estableció que la aplicación debe contar con tres cambios de pantalla:
 - ✓ **Pantalla 1.** En esta se podrá visualizar el inicio y la opción de comenzar con la monitorización del agua residual (Figura 3).
 - ✓ **Pantalla 2.** Con esta pantalla se podrán apreciar los niveles de PH en una escala de 0 a 14 los cuales indicarán el nivel de acides (Figura 4).
 - ✓ **Pantalla 3.** Esta pantalla se encargará de mostrar la lista de sugerencias la cual ayudara en la toma de decisiones sobre en qué se puede emplear el agua residual que se evaluó (Figura 5).



Fuente: Elaboración propia.
Figura 3 Pantalla de inicio.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4 Pantalla de los niveles de PH.



Fuente: Elaboración propia
Figura 5 Pantalla de recomendaciones generadas por la aplicación.

Con las etapas descritas se alcanzó el objetivo planeado y dar conclusión a una etapa de este proyector para dar una solución y evitar el desperdicio del agua potable en los hogares.

3. Resultados

Como resultado se obtuvo que para desarrollar la aplicación para el sistema de monitorización se requieren dos meses, la aplicación deberá conectarse por Wifi al sistema, para ello se necesita que la comunicación sea con un microcontrolador Arduino. La aplicación móvil trabajara con un sistema de sensores, que se encargaran de medir el PH del agua para así poder determinar la lista de recomendaciones para los cuales se puede utilizar el agua.

4. Discusión

En un principio se comenzó con la idea de una aplicación más detallada, pero se tomó en cuenta el sistema de sensores que tendrá el contenedor del agua, lo que se busca es proponer un sistema robusto, pero con menor complejidad, que tuviera la misma finalidad apoyando la causa que actualmente representa un serio problema para nuestra sociedad y que es la escasez de agua, que año con año se irá agravando debido a la sobrepoblación existente en los últimos años.

- La propuesta tiene como finalidad el apoyar a zonas que tienen problemas de escasez de agua y por lo tanto son privados de este servicio. El diseño llevara tiempo ya que junto con él se trabajará el sistema de sensores, sin embargo, con la información recolectada determine las siguientes observaciones:
- La principal desventaja es el tiempo que se llevara en construirlo.
- La inversión para la implementación del sistema de monitoreo será de bajo costo debido a que el sistema de sensores y la aplicación móvil se puede adaptar fácilmente. En cuestión del sistema de sensores su instalación se facilita por el contenedor.
- En época de lluvia es necesario regar un máximo de dos veces por semana con el agua residual, esto para no ocasionar un sobre riego y permitir que el agua de la lluvia se mezcle con el agua residual.

Quizá la parte más compleja de la propuesta es la instalación física, ya que esta requiere de adecuaciones en la infraestructura hidrosanitaria de los hogares, que,

si bien no es compleja, suele tener un alto costo que al menos en México todavía las familias no están en condiciones de solventar. Sin embargo, el desarrollo de esta aplicación como un punto de arranque, permitirá que los usuarios identifiquen el nivel de acides del agua residual y la reutilicen con mayor confianza.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Díaz-Cuenca, E. Alvarado-Granados, A. R., Camacho-Calzada, K. E. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya. *Quivera*, vol. 14, núm. 1, enero-junio, 2012, pp. 78-97. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- [2] Domínguez, P. (2017). En qué consiste el modelo en cascada: <https://bit.ly/2Y3j1VY>
- [3] Kestler Rojas Patricia Jamilette. (2004), Uso rehúso y reciclaje del agua residual en la vivienda. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ingeniería Civil Administrativa.
- [4] Metcalf, Eddy (1985) Ingeniería Sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. Editorial Labor S.A España.
- [5] Milenio (2018). El uso de las aplicaciones móviles. *Revista Milenio*. México: Autor: <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/ciencia-tecnologia/el-uso-de-las-aplicaciones-moviles-en-el-sector-educativo>.
- [6] Seoanez Calvo Mariano. (1995). *Aguas Residuales Urbanas. Tratamiento Naturales de Bajo costo y Aprovechamiento*. Segunda edición. Madrid, España.
- [7] Statista. (2019). Número de usuarios de teléfonos inteligentes a nivel mundial desde 2014 hasta 2019. Hamburgo: <https://es.statista.com/estadisticas/636569/usuarios-de-telefonos-inteligentes-a-nivel-mundial--2019/>.
- [8] Telégrafo, El (2014). El 72% del país no ahorra agua (Infografía). Ecuador: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/1/el-72-de-los-hogares-en-el-pais-no-ahorra-agua-infografia>.