

Allison Aymerich Pérez

Prevención de inundaciones en sistemas de alcantarillado pluvial por medio de una aplicación móvil notificadora, uso de la robótica.

Páginas 23-31

En:

Anuario de administración y tecnología para el diseño. Año 21, número 21 (abril-diciembre de 2020)

ISSN: 2594-1283



Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco

https://www.azc.uam.mx



División de Ciencias

Artes para el Diseño https://www.cyad.online/uam/



Procesos y Técnicas de Realización

Departamento de Procesos Y

Técnicas de Realización http://procesos.azc.uam.mx/

https://administracionytecnologiaparaeldiseno.azc.uam.mx/



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como
Atribución-NoComercial-SinDerivadas
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

© 2020. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la UAM.

iones en sistemas de alcantarillado pluvial por licación movil notificadora (uso de la robótica)
Ing. Allison Aymerich Pérez Ministerio de Obras Publicas, San Jose, Costa Rica aaymerichp229@gmail.com

Resumen

La finalidad de esta investigación consiste en crear una aplicación móvil notificadora que controle el tiempo de llenado de la tubería por medio de un sensor ultrasónico y que notifique cuando esta se encuentra en su mayor capacidad, con el propósito de que el usuario pueda tener un monitoreo del alcantarillado pluvial.

Para lograr lo anterior, primeramente, se realizó entrevistas a profesionales en el ámbito de ingeniería civil que tuvieran amplia experiencia en el campo hidráulico y conocimiento en el tema de sistemas de prevención a nivel país, con el fin de obtener diferentes criterios técnicos.

Basado en las entrevistas, con investigación bibliográfica y consulta a la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), a nivel general de los Gobierno Locales, se concluye que los mismos no cuentan con un sistema de prevención tecnológico que monitoree los niveles de flujo del alcantarillado pluvial, por lo que la aplicación servirá como una posible solución para innovar el sistema de gestión preventiva de riesgo que existe actualmente en el país.

Seguidamente, en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Fidélitas, se realizaron varias pruebas para que el sistema fuera preciso y completo. En dichas pruebas se obtuvieron resultados que demostraron que el sistema de prevención de inundaciones puede brindar un monitoreo adecuado a cada una de las estructuras de alcantarillado pluvial y además, la cual le facilita a los usuarios conocer anticipadamente el tiempo faltante para que la tubería esté en su total capacidad.

Debido a los resultados obtenidos, el estudio concluye que el prototipo y la aplicación son eficientes para su utilidad si se realiza a gran escala.

Palabras claves

Prototipo, aplicación, alcantarilla, inundaciones, alcantarillado pluvial, dispositivo móvil, sensor ultrasónico, tubería, caudal.

Introducción

Costa Rica como estrategia país en prevención del riesgo, lo que ha venido desarrollando son sistemas organizativos y de desarrollo de capacidades en los ciudadanos de comunidades que se ven afectadas por eventos hidrometeorológicos, por lo que las instituciones responsables no han gestionado recursos para la promoción de una herramienta tecnológica que alerte anticipadamente las capacidades de los sistemas pluviales, así como los índices y datos estadísticos de los volúmenes de estos.

De esta manera, actualmente la falta de información detallada en los planos de las redes de drenaje del alcantarillado pluvial ha generado desconocimiento sobre el panorama real en esta materia, por lo que la aplicación móvil que se propone es una alternativa innovadora de alerta que servirá para brindarle al usuario los niveles de llenado en la tubería por medio de un sensor ultrasónico que envía ondas sónicas cada cinco minutos (detectando la distancia faltante), con el objetivo de enviar una notificación cuando la tubería este casi en su total capacidad.

Por lo tanto, este prototipo servirá como una propuesta innovadora de alerta de gran utilidad para los actuales planes de mantenimiento de las entidades encargadas. Su realización permitirá obtener estados reales de la estructura y un mayor control de los llenados en el alcantarillado pluvial. Además, le permitirá al usuario conocer cuáles son las alcantarillas más críticas y así realizar un diagnóstico profundo para poder minimizar los gastos por mantenimiento y cambio de estructuras.

Objetivo General

Realizar una aplicación móvil notificadora de alerta sobre los niveles de flujo en los pasos de alcantarillado pluvial.

Objetivos Específicos

- Investigar e identificar las variables hidráulicas que se deben de considerar en el sistema propuesto para definir los niveles de flujo favorables y los críticos.
- Identificar la plataforma tecnológica que me permita generar el prototipo.

- Desarrollar una programación ideal en el servidor para poder crear el sistema más viable.
- Diferenciar las funciones que puede realizar la aplicación como facilitación, innovación y costo/beneficio.
- Validar la aplicación por medio de una prueba en laboratorio.

Diagnóstico del Problema

1. Gestión del Riesgo en Costa Rica

Costa Rica en el año 2015, adopta el Marco de Sendai de las Naciones Unidas, para la reducción de riesgos de desastres 2015-2030, este marco es un instrumento del Marco de Acción de Hyogo 2005-2015, que están basado principalmente en aumentar la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. Por lo que estos Programas siguen dando continuidad a generar capacidades de un modelo de organización en las comunidades o sociedad que se ven afectadas ante amenazas.

Consideran expertos en el tema, que el país ha sido omiso en contemplar el riesgo como una variable permanente dentro del proceso de desarrollo, por lo que la Administración Solís Rivera, establece en el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 "Alberto Cañas Escalante", en el sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial, como objetivo: "Fomentar las acciones frente al cambio climático global, mediante la participación ciudadana, el cambio tecnológico, procesos de innovación, investigación y conocimiento para garantizar el bienestar, la seguridad humana y la competitividad del país" (MIDEPLAN, 2015).

Asimismo, "el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (SNGR) se constituye con base en el mandato del Artículo N°6 de la Ley Nacional de Emergencias y Prevención de Riesgos, entendido como un modelo de gestión (organización) por medio del cual la Comisión ejerce la rectoría y la conducción de la Política Nacional de Gestión del Riesgo. El SNGR permite organizar y articular de forma integral, armónica y coordinada las relaciones, los programas y recursos de las instituciones del Estado, el Sector Privado y la Sociedad Civil organizada" (CNE, 2017).

Dado lo anterior, "la falta de una cuantificación sistematizada de los desastres en el nivel gubernamental se fundamenta en la ausencia de instrumentos, mecanismos de trabajo y métodos de registro común entre los diferentes sectores. Ante tal vacío, la CNE pretende contar en un corto plazo con herramientas para unificar los criterios de evaluación post desastre y así Gestión del Riesgo Undécimo Informe sobre el Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 11 desarrollar parámetros estandarizados sectorialmente que permitan calcular los daños económicos de las emergencias. El gran desafío que quedaría pendiente con esta propuesta es cómo se le da seguimiento a aquellos medianos y pequeños eventos, más cotidianos y menos extremos, que también representan pérdidas para la estructura productiva y social" (Brenes y Bonilla, 2005).

Por lo que actualmente, el desarrollo de la estrategia de prevención nacional y local está más orientada al desarrollo de sistemas de organización, desarrollo de capacidades y el desarrollo de una cultura de prevención en los ciudadanos orientados a reducir la vulnerabilidad ante desastres, proteger la vida y los bienes y propiciar un desarrollo seguro y solidario, y no en la generación de herramientas tecnológicas de monitoreo que procesen datos, estadísticas y diagnósticos del manejo de la información de la capacidad máxima de los sistemas pluviales ante amenazas de eventos hidrometeorológicos.

A pesar de que no se cuente con una herramienta tecnológica de monitoreo de la capacidad de los sistemas pluviales, la CNE ha realizado esfuerzos con una coordinación interinstitucional, para prevenir a las poblaciones en riesgo con instrumentos como pluviómetros y sensores, redes de vigilancia, detectores de flujo de lodo y avalanchas, redes de sismología, redes de hidrometeorológicas, extenso metros, piezómetros e inclino metros para deslizamientos, sistemas de alarma de comunicación y sistema de detención de incendios, cada institución participa de acuerdo a su rectoría.

2. Gestión del Riesgo en los Gobiernos Locales

En el caso de las Municipalidades, estas coordinan estrechamente con la CNE, por medio de los Comités Regionales, Municipales y Comunales de Emergencia los cuales son las instancias permanentes de coordinación en los niveles regional, municipal y comunal, esta gestión está orientada a la prevención, control y regulación de la gestión del riego y el ordenamiento territorial.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), indica que más de la mitad de los daños generados por el impacto de las amenazas naturales estudiados desde 1972, se han debido a una utilización inadecuada del territorio, por lo que se incentiva a que los Gobiernos Locales, incluyan en sus Planes Reguladores la gestión del riesgo, pero al igual éstos solo toman medidas preventivas o de recuperación después de que los afecta un evento hidrometeorológico.

Según la CNE, entre los años 2008 al 2014, el 43% de los eventos dañinos registrados fue por inundaciones, lluvias y tempestad en diferentes distritos del país, por lo que al ocurrir estos eventos se evidencian las vulnerabilidades frente a las precipitaciones, los cuales generan efectos negativos a los sectores vivienda, de energía y comunicaciones y de infraestructura vial.

Un caso como ejemplo es el cantón de Curridabat, el mismo cuenta con una red fluvial bien definida como lo son los ríos María Aguilar, Tirribí, Ocloro, Puruses y Chagüite, los cuales presentan amenazas a la hora de eventos hidrometeorológico, a causa de la ocupación de las planicies de los ríos y el desarrollo urbano sin planificación, así como el lanzado de desechos sólidos a los cauces de los mismos, redundando lo anterior en la reducción de la capacidad de la sección hidráulica.

Con base en el escenario anterior y los eventos de inundaciones que ha sufrido el cantón, se consulta al Ing. Huberth Méndez Hernández, Gerente Territorial de la Municipalidad de Curridabat, si la misma contaba con un sistema de prevención de inundaciones para el alcantarillado pluvial que monitoree los niveles de flujo, obteniendo una respuesta negativa. Lo que hay conformado a nivel local son brigadas de vigilancia que alertan a la población en épocas de lluvia y un seguimiento y control sobre el uso del suelo establecido en el Plan Regulador.

Por lo anterior, con investigación bibliográfica y consulta a la CNE, a nivel general de los Gobiernos Locales, los mismos no cuentan con un

sistema de prevención tecnológico que monitoree los niveles de flujo del alcantarillado pluvial.

Materiales y Métodos

1. Búsqueda de información

Primeramente, se realizaron entrevistas a profesionales en ingeniería civil que tuvieran amplia experiencia en el campo hidráulico, con el fin de conocer los casos reales que se dan en sitio y así obtener diferentes criterios técnicos para poder crear una aplicación ideal para el ámbito ingenieril.

Por su conocimiento en el área hidráulica, las personas entrevistadas ayudaron a crear una idea más amplia de la realidad constructiva del alcantarillado pluvial actualmente en el país, sobre la colocación ideal de los sensores a lo largo de la tubería, así como cuáles son las principales causas que provocan que el alcantarillado colapse y que consecuencias provoca en el enfoque económico/social.

2. Creación del prototipo y simulación de alcantarilla

Seguidamente se continuó con la creación del prototipo el cual se utilizó una protoboard para hacer todas las diferentes conexiones, con sus respectivos cables, entre el sensor ultrasónico HC-SR04, el Huzzah ESP8266 (permite conectarse a una red WI-FI y realizar conexiones IP) y la fuente de energía; con el fin de monitorear el detalle de lo que está leyendo el sensor. Finalizado lo anterior, se inicia con la programación en Arduino y Android Studio.

Ya creado el prototipo del sistema de prevención de inundaciones se procede con la realización de la simulación de una alcantarilla en donde: se realiza el diseño para crear una caja acrílica de 35x35x35cm con un agujero de 6 pulgadas de diámetro, se pega la tubería de PVC a la caja de acrílico y con el equipo del laboratorio de hidráulica, se enciende el canal y se escoge un caudal con el hidrómetro para hacer correr el flujo en la alcantarilla.

Por último, se coloca el sensor en la corona de la tubería sobre su eje vertical junto con los demás instrumentos del prototipo, para comenzar a realizar pruebas de monitoreo.

3. Aplicación para dispositivo móvil App Tuberías

Dicha propuesta consiste en la creación de un sistema de prevención de inundaciones en sistemas de alcantarillado pluvial, por medio de una aplicación móvil notificadora. Esta aplicación llamada App Tuberías, está compuesta por 3 secciones las cuales llevan los siguientes nombres: registro funcionario, registro tubería y tuberías críticas.

En la sección de Registro Funcionario se insertan los datos personales del usuario encargado de la tubería (Nombre, primer apellido y segundo apellido) y su correo electrónico para recibir semanalmente los datos de la tabla de monitoreo, esto con el objetivo de que el usuario pueda tener un diagnóstico sobre el comportamiento de los niveles de flujo de las alcantarillas que se están monitoreando.



Figura 1. Logo de la aplicación del Sistema Preventivo de Inundaciones (SPI App)/ Secciones de la aplicación App Tuberías/ Secciones de la aplicación App Tuberías/ Sección registro de tubería de la aplicación App Tuberías/ Sección registro funcionario de la aplicación App Tuberías.

Posteriormente, se encuentra la sección Registro Tubería, la cual es la más importante ya que es donde se insertan los datos de entrada, los cuales son valores que deben de ser tomados en sitio por el encargado de las tuberías de cada zona. En esta sección se podrá guardar todas las tuberías críticas que el usuario vaya a monitorear y consultar los datos de estas cada vez que lo requiera, con solo insertar el nombre.

La sección de Tuberías Críticas es donde se muestra el tiempo faltante para que una tubería logre llegar a su total capacidad. En esta se verán mostradas todas las tuberías que el usuario insertó en la aplicación con su respectivo código, y/D y tiempo de llenado.

Por último, está la notificación, la cual es el mensaje que se ve mostrado en el dispositivo móvil y hace que este vibre para alertar al encargado, además envía un correo electrónico notificando cual es la alcantarilla crítica y su estado actual.

4. App tuberías junto con el sensor ultrasónico

Esta aplicación funciona junto con un sensor ultrasónico, el cual es el encargado de medir la distancia desde el punto más alto del canal hasta la superficie libre del agua. Este sensor juntos con otros instrumentos de Arduino monitorea la altura, recolecta la información y procesa los datos para enviar una alerta cada vez que el tiempo de llenado sea igual o menor al tiempo de alerta definido por el usuario.

Para poder hacer que el sistema de prevención se ejecute de la manera correcta, se deberá de instalar en los puntos más críticos los sensores ultrasónicos, los cuales deberán ir colocados verticalmente en la parte superior de las tuberías. Cuando los sensores estén instalados, el usuario a cargo deberá de insertar los datos de entrada de cada una de ellas en la aplicación para que inicie el monitoreo de los niveles de flujo de cada alcantarilla.

Las lecturas realizadas por el sensor, se pueden ver directamente desde la computadora, esto si la persona encargada quiere tener un monitoreo diario sobre sus alcantarillas, si no, esta deberá esperarse semanalmente a recibir el correo electrónico.

Por lo tanto, App Tuberías vendría a ser una gran solución como sistema innovador, el cual ayudará a las instituciones encargadas a contar con un sistema de prevención tecnológico que monitoree los niveles de flujo del alcantarillado pluvial y además ayude a disminuir los gastos económicos que actualmente invierte el país por daños, esto si se le da el uso correcto a la aplicación.

Resultados y Discusión

1. Análisis de resultados obtenidos en laboratorio

1.1 Pruebas de ascenso del flujo

Con respecto a las pruebas realizadas en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Fidélitas se obtuvo los siguientes resultados:

1.1.1 Datos de entrada

Para las pruebas de ascenso del flujo se realizaron tres sondeos en el laboratorio, en las cuales se utilizó una tubería de PVC de 70 centímetros de longitud, con un diámetro interno de 29.5 centímetros, un y/D de 0.80 y una elevación de entrada como dato variable para cada prueba. Estos valores se insertaron en la aplicación en la sección llamada registro de tubería (en esta ocasión solo se hará mención de la prueba III).

• Prueba III

Nombre o Código de la tubería (Nickname)	Tub1	
Ubicación	San Pedro	
Elevación de entrada (m)	0,07	
Elevación de salida (m)	0	
Longitud (m)	0,7	
Material de tubería	PVC	
Diámetro de tubería (m)	0,295	
y/D	0,8	
Tiempo de alerta (min)	10	

Tabla 1. Datos de Entrada

1.2 Datos que se generan

Después de haber insertado los datos de entrada, el sistema seleccionó de la base de datos la rugosidad de la tubería ("n" de Manning), la cual para las dos pruebas se utilizó 0.010 ya que el material de la tubería es de PVC. En seguida, la aplicación procedió a calcular la pendiente de la tubería y se obtuvieron los siguientes resultados:

$$S = \frac{\text{Elevación de entrada - Elevación de Salida}}{\text{Longitud Horizontal}} \qquad \qquad S = \frac{0,07 - 0}{0,7} = 0,10$$

Después de haber obtenido la pendiente la aplicación procedió, con un y/D=0.80, a calcular los valores de radio hidráulico (R), perímetro mojado (Pm) y área hidráulica (Ah). Para realizar esta función el sistema busco primeramente los valores en la tabla de relación y/D del conducto, de la cual se obtuvieron los siguientes valores para las dos pruebas.

y/D	0,8
R/D	0,3042
Pm/D	2,2143
Ah/D^2	0,6736

Tabla 2. Datos obtenidos de tabla de relación entre tirante y diámetro de conducto.

Teniendo ya los datos de la tabla, la aplicación ejecutó el despeje de las siguientes fórmulas para obtener el R, Pm y Ah.

Tomando en cuenta los datos anteriores, se calculó el caudal real y la velocidad del agua en la tubería.

• Prueba III

Caudal y velocidad del flujo con una pendiente de 0,10.

Caudal	$Q=0,3716m^3/s$
Velocidad	$V=6,3385\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

Los valores obtenidos anteriormente se verificaron con el software Hcanales, en donde satisfactoriamente se obtuvieron los mismos resultados.

1.3 Tabla de datos de monitoreo

Después de haberse calculado el caudal y la velocidad del agua, se inició con el monitoreo de los niveles de flujo por medio del sensor ultrasónico, en donde en cada prueba se obstruyó la salida de la tubería y se obtuvieron los resultados del tirante,

y/D instantáneo, caudal instantáneo, velocidad de ascenso y tiempo de llenado.

• Prueba III

En la Prueba III se monitorean los niveles de flujo a cada minuto. En este se valoró lo que es el sistema de alarma de la aplicación, en donde se verificó que la aplicación notificara cuando el tiempo ya era igual o menor a los 10 minutos, esto con el fin de poder terminar de darle validez a la aplicación con respecto a lo que es el flujo en ascenso.

Para ello, se utilizó un caudal de 1400 l/h y se obstruyó la salida de la tubería para que el nivel de flujo fuera aumentando hasta lograr llegar a su altura de alarma. En este caso por ser una tubería de poca longitud el llenado del conducto se logró en muy corto tiempo, por lo que desde su segunda leída el sistema envió la alerta (ver resultados en Figura 2).

							Tiempo Henado		
Tiempo cronológico (s)	33.	y	y/D instantáneo	Q instantāneo (m³/s)	Velocidad de ascenso (m/s)	Tiempo de Henado (s)	Minutos	Hora	Alerta
0,00	0,2921	0,003	0,01	5,516E-05					
60,00	0,2271	0,068	0,23	4,412E-02	0,001083	209,63	3,49	0,06	ALERT
120,00	0,1387	0,156	0,53	2,096E-01	0,001473	94,14	1,57	0,03	ALERT
180,00	0,0864	0,209	0,71	3,242E-01	0,000872	99,12	1,65	0,03	ALERT
240,00	0,0404	0,255	0,86	3,950E-01	0,000767	52,70	0,88	0,01	ADDRESS

Figura 2. Reporte de Prueba III

Posteriormente, se procedió a corroborar que el tiempo de llenado indicado por la aplicación concordara con el tiempo real, por lo que desde la segunda alerta se comenzó a tomar el tiempo y se pudo comprobar que los datos que enviaba la aplicación eran válidos con respecto al tiempo real.

1.16 yz			Vehiclat de accerso		Cauda	Tien	s selerato	
241	0.8464	36788	3.006755555555556666666	8.2546	8.3958121285728155 tubl			
240	0.6964	36729	8.00007355500000000000	6.20059689999899906	0.32418585533499583 tub3			
1.23 239 1.53 240	0.1367	3666	8.001473133333334		0.20956173584873762 tubl			
238		36600	0.00100333333333334	0.067806099999999966	0.94412244569942245 tubil			
0.01 237 0.01 238	0.2921	3544	#. 900955153464E3399961					

Figura 3. Prueba III - Resultado reales mostrados en el servidor en el momento del monitoreo

Por lo tanto, para esta segunda prueba se determinó que los datos que le daban mayor validez a la aplicación con respecto al flujo en ascenso son el tiempo de llenado y la velocidad de ascenso

los cuales dieron los resultados que se deseaban obtener. Además, el cambio realizado en el tiempo entre cada lectura permitió una mejor optimización, ya que no se generaron falsas alarmas por el movimiento del agua.



Figura 4. Prueba III - Datos de monitoreo en la aplicación móvil/ Notificación de alerta por aumento de flujo

1.4 Recomendaciones

- Se recomienda colar el sensor en el punto más viable de la tubería para poder tener un mejor monitoreo, ya que dependiendo del diseño de la tubería influencian los tipos de flujo.
- Se deberá de colocar el sensor en la corona de la tubería sobre su eje vertical para que la lectura de datos sea exacta y precisa.
- Es importante antes de realizar la instalación de los instrumentos, establecer a las tuberías que se van monitorear un código que quede registrado en algún documento o plano, ya que, a lo hora de guardar los datos en la sección de registro de tubería, el dispositivo móvil mostrara en la aplicación todas aquellas tuberías registradas, por lo que si se les pone el mismo código a todas va a generar confusión.
- Realizar un estudio integral del sistema de alcantarillado pluvial de cada zona, para colocar los sensores en los puntos críticos.
- Asegurar la limpieza de las alcantarillas pluviales antes de realizar la instalación del dispositivo.
- Se deberá de crear un sistema de seguridad el cual proteja los sensores del vandalismo.
- El sistema de prevención deberá de estar colocado cerca de una fuente de energía de alumbrado público, en caso de que no fuera así, se deberá de colocar paneles solares.
- Implementar la aplicación móvil como sistema de prevención de inundaciones en sistemas de alcantarillado pluvial en las zonas más afectadas en épocas lluviosas por inundaciones en Costa Rica.

Conclusiones

I. Este proyecto desarrolla de manera exitosa, obteniendo los resultados esperados, un sistema de prevención de inundaciones para los sistemas de alcantarillado pluvial, lo anterior por medio de una aplicación móvil notificadora que controla los flujos, lo cual permite cumplir con el objetivo principal de la investigación.

II. Se identificaron e investigaron sastifactoriamente durante todo el proceso constructivo de la aplicación las variables hidráulicas como la velocidad, pendiente, diámetro de la tubería, caudal, rugosidad de la tubería, radio hidráulico, perímetro mojado y área mojada; para poder crear un diseño ingenieril completo que cumpla como sistema preventivo para alcantarillado pluvial.

III. Se concluye que la plataforma tecnológica ideal para la elaboración del prototipo es la de Arduino, debido a que es una de las únicas plataformas que tiene un software que funciona en la mayoría de los sistemas operativos y además su licencia de código abierto permite libertad de acceso a ellos.

IV. Se verifico que los datos utilizados para la programación del servidor son viables, dado que los resultados obtenidos para estas pruebas se verificaron con el software de Hcanales.

V. Con la alternativa del sistema de prevención de inundaciones realizada en esta investigación, se puede brindar un monitoreo adecuado a cada una de las estructuras de alcantarillado pluvial y así poder facilitar a las instituciones responsables a poder llevar un mayor control y monitoreo por medio del historial de datos que será enviado semanalmente al correo electrónico del usuario inscrito.

VI. Con el sistema de alerta se les permite a los usuarios que utilicen la aplicación conocer anticipadamente el tiempo faltante para que la tubería este en su total capacidad, por lo que la alerta temprana les ayudara a saber en qué tiempo y espacio se producirá el desbordamiento del agua en las alcantarillas. Este sistema de alerta es una posible solución para innovar el sistema de gestión preventiva de riesgo que existe actualmente en el país.

VII. Se validó la aplicación en el laboratorio de la Universidad Fidélitas en donde se tuvo que realizar más de una prueba para que la aplicación fuera precisa y completa; se logró obtener los resultados esperados respecto a las variables hidráulicas y el sistema de alerta.

Trabajos Futuros

La falta de una adecuada planificación urbanística en Costa Rica, principalmente en la Gran Área Metropolitana, así como ausencia de controles y monitoreo de las aguas servidas, aguas negras, aguas pluviales en los ríos y quebradas, han generado que cuando se dan condiciones climáticas adversas en el país las avenidas máximas de los ríos y quebradas incrementen, afectando los activos de transportes y en especial las alcantarillas de la red vial nacional y cantonal.

Analizando lo anterior, como lo indica el Diario Oficial La Gaceta, en la publicación del día 30 de abril del 2014, en el Plan Regional de Ordenamiento Territorial, no existe un contenido panorámico real respecto a los trazos de la red pluvial, por lo que la falta de información municipal y nacional sobre los sistemas pluviales genera desconocimiento de los mismos.

Referencias

Brenes y Bonilla, A. y. (2005). UNDÉCIMO INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA NACION EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE. San José: Estado de la Nación.

CNE, C. N. (21 de 05 de 2017). Política Nacional de Gestión del Riesgo. Obtenido de El SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO: http://politica.cne.go.cr/

MIDEPLAN, M. d. (2015). Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 Alberto Cañas Escalante. San José: MIDEPLAN.

Aymerich (2020) [Tabla 1] Datos de entrada. Elaboración Propia.

Aymerich (2020) [Tabla 2] Datos obtenidos de tabla de relación entre tirante y diámetro de conducto. Elaboración Propia.

Aymerich (2020) [Figura 1] Logo de la aplicación del Sistema Preventivo de Inundaciones (SPI App)/ Secciones de la aplicación App Tuberías/ Sección registro de tubería de la aplicación App Tuberías/ Sección registro funcionario de la aplicación App Tuberías. Elaboración Propia.

Aymerich (2020) [Figura 2] Reporte de Prueba III. Elaboración Propia.

Aymerich (2020) [Figura 3] Prueba III – Resultado reales mostrados en el servidor en el momento del monitoreo. Elaboración Propia.

Aymerich (2020) [Figura 4] Prueba III – Datos de monitoreo en la aplicación móvil/ Notificación de alerta por aumento de flujo. Elaboración Propia.

Acerca de los Autores

Allison Aymerich Pérez. Ministerio de Obras Publicas (MOPT). Ingeniería Civil, Costa Rica. Graduada con honores de la Universidad Fidelitas, misma que le otorgo el grado de Licenciatura mediante la defensa de la tesis "Sistema de prevención de inundaciones en sistemas de alcantarillado pluvial, por medio de una aplicación móvil notificadora (uso de la robótica). Recientemente fue nombrada como asesora del Viceministro Administrativo y de Gestión Estratégica y actualmente es asesora del Ministro del Ministerio de Obras Publicas y Transporte, el área técnica de ingeniería.

Autorización y Renuncia

La autora del presente artículo, Allison Aymerich Pérez, autoriza al Anuario 2020 de Administración y Tecnología para el Diseño para publicar el escrito en el libro impreso y/o en el electrónico. La Universidad Autónoma Metropolitana o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.