

Optimizacion

por ANGELA MARIA JARAMILLO LONDOÑO

Fecha de entrega: 09-ago-2019 03:44p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1158956378

Nombre del archivo: 18304_ANGELA_MARIA_JARAMILLO_LONDONO_Optimizacion_150809_1328761749.docx (338.05K)

Total de palabras: 3767

Total de caracteres: 21975



1

DECIMOQUINTA CONVOCATORIA PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN 2020

Título del proyecto	
Optimización hidráulica de redes de distribución en acueductos rurales, mediante análisis inteligente de datos. Caso de estudio: Acueducto AguaSanta E.S.P	
Campo de acción	Transdisciplinariedad - Aporte al PIM
AMBIENTE	Las líneas del PIM con las que se vincula el proyecto son la 3 de “Proyección social e investigación pertinentes” y la 5 de “Personas que transforman sociedad”. Estas líneas articulan la investigación con la proyección social generando visibilidad e impacto en la sociedad, “contribuyendo a un país más solidario, equitativo, competitivo, y con mejor calidad de vida para todos sus habitantes”. Así mismo, al tratarse de un proyecto con enfoque comunitario brinda herramientas a investigadores y estudiantes para generar soluciones con alta pertinencia social.
Articulación con funciones sustantivas y el sector social y productivo	
Con esta investigación, le apostamos a propuestas formativas y trabajos de pregrado que estén vinculados con la proyección social de la universidad y que impacten en la sociedad. También se busca integrar y fortalecer de manera práctica una inter y transdisciplinariedad a la solución de problemáticas reales en comunidades rurales, para lograr una aplicación desde la academia. Con la vinculación de estudiantes al proyecto, se busca fortalecer competencias en investigación para construir saberes, actuar como actores principales en su proceso formativo y generar mecanismos para la comprensión del contexto social propios de la ingeniería ambiental.	
Grupo de investigación	Línea de investigación en la que se inscribe el proyecto
INAM-USTA	Ordenamiento Ambiental del Territorio

Nombre del Investigador principal	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Claudia Fernanda Navarrete López	http://cylac.colciencias.gov.co:8081/cylac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000652920	https://orcid.org/0000-0001-5971-2369	https://scholar.google.com/citations?user=4rHlhgoAAAAJ&hl=es
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación

Nit. 860.012.357-6

SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ - PBX: (571) 587 87 97. Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
Carrera 9.ª n.º 51-11 / contactenos@usantomas.edu.co
www.usta.edu.co

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
PBX: (571) 595 00 00 ext. 2044 / Carrera 10.ª n.º 72-50 / admisiones@ustadistancia.edu.co
www.ustadistancia.edu.co





Ingenierías	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	INAM-USTA
Nombre del Co-investigador	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Dayam Soret Calderón Rivera	¹ http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001499544	https://orcid.org/0000-0002-7604-0581	https://scholar.google.es/citations?user=Gn6vUq0AAAAJ&hl=es
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ingenierías	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	INAM-USTA
Nombre del Co-investigador	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Angela María Jaramillo Londoño	¹ http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001400391	https://orcid.org/0000-0001-9465-8513	https://scholar.google.com/citations?user=vT-8ZxkAAAAJ&hl=es
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ingenierías	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	INAM-USTA
Nombre del Co-investigador	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Andrés Felipe Martínez Urrego	¹ http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001478984	https://orcid.org/0000-0002-6397-924X	https://scholar.google.es/citations?user=BGz-iGwAAAAJ&hl=es
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ingenierías	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	INAM-USTA



Resumen de la propuesta

Este proyecto pretende dar continuidad a trabajos de investigación previos orientados a la caracterización fisicoquímica y biológica de la fuente de abastecimiento, evaluación de riesgos, diagnóstico del sistema de captación y pretratamiento, aplicados al área de estudio propuesto en esta investigación. En el marco de los planes de seguridad del agua que han orientado estos proyectos de investigación, se busca garantizar la calidad, cantidad y continuidad del servicio de abastecimiento en la red de Aguasanta.

La presente propuesta presenta el abordaje de herramientas de análisis inteligente de datos por medio de programación en software libre (R) usando funciones personalizadas y adaptadas a las propias necesidades de la red del Acueducto rural de Aguasanta, con el propósito de generar escenarios multicriterio de modelamiento hidráulico para la red de distribución. La finalidad de éste proyecto es la de brindar herramientas para la toma de decisiones sobre el manejo óptimo de la red del acueducto rural AguaSanta ESP., garantizando la disponibilidad y las condiciones hidráulicas, favoreciendo el ahorro y uso eficiente del recurso.

El análisis inteligente de datos es cada vez más ampliamente usado en la modelización y previsión de eventos, involucrando diversas técnicas de procesamiento de datos, aprendizaje de máquinas y áreas de investigación, buscando proporcionar soluciones para prever las consecuencias de potenciales decisiones, a partir de una visión global del entorno para el análisis de problemáticas propias

Palabras clave

Data Mining, Análisis inteligente de datos, Red de distribución de agua, optimización hidráulica, Planes de Seguridad del Agua

Problema de investigación

El acceso al servicio de agua potable es fundamental para la vida humana y así está considerado en la Constitución Política de Colombia, este acceso debe cumplir con condiciones de calidad, cantidad y continuidad. Aun cuando en las últimas décadas la cobertura del servicio de agua potable a nivel de cabeceras



municipales ha mejorado, la brecha con el acceso a este servicio en el sector rural aún es grande (DNP, 2014). En las zonas rurales la prestación de este servicio se realiza, en su mayoría, por organizaciones de carácter comunitario (Juntas de Acción Comunal, Asociaciones de Usuarios y Cooperativas), quienes generalmente, dada la escasa capacidad técnica y financiera, tienen dificultades para medir la calidad del agua, así como para garantizar continuidad en la prestación del servicio. Con base en esta problemática, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios ha venido trabajando para atender las particularidades de los diferentes esquemas de las empresas prestadoras de los servicios de agua y alcantarillado en los sistemas rurales, basados en la “Política para el Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural” (CONPES 3810) (DNP, 2014), que tiene como objetivo promover el acceso al agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

Bajo esta consideración, la Universidad Santo Tomás a través del grupo de investigación INAM-USTA ha venido trabajando con el Acueducto Rural AguaSanta E.S.P en el municipio de San Antonio del Tequendama desde el año 2017 para realizar un diagnóstico de todo su sistema con el fin de elaborar su Plan de Seguridad del Agua (PSA). Dentro de la puesta en marcha de este PSA, se hace necesario que el acueducto cuente con herramientas para la toma de decisiones que optimicen la operación y gestión del sistema de distribución. La prestación del servicio de acueducto por parte de AguaSanta E.S.P. actualmente se realiza de manera empírica abasteciendo a la mayor cantidad posible de usuarios, sin un análisis de las condiciones hidráulicas bajo las cuales opera la red, de manera que se presentan problemas continuos de intermitencia, bajas presiones, entre otros. El crecimiento de la red de distribución, en función del crecimiento demográfico y el aumento en los consumos, requiere un análisis permanente del desempeño de la red acorde con los requerimientos de la comunidad; para lo cual el análisis inteligente de datos se constituye en una herramienta robusta que de manera integrada involucra múltiples variables en el análisis multidisciplinar de la zona de estudio.

Dadas las condiciones actuales del sistema de abastecimiento, la calidad y cantidad de información es limitada, lo que hace necesario plantear escenarios simulados utilizando características propias del sistema como materiales, pendientes, longitudes de tubería, caudales. Con la simulación se pretende encontrar un escenario óptimo que favorezca la distribución de agua a los usuarios actuales y futuros, de acuerdo con las proyecciones de crecimiento del sistema, garantizando un suministro permanente que satisfaga la demanda de agua de la comunidad, en el marco de la seguridad hídrica.

A partir de esto se formula la pregunta que orienta el presente estudio: ¿En qué medida el análisis inteligente de datos respalda la operación, gestión y toma de decisiones en la red de distribución de un sistema de abastecimiento rural?

Justificación

El Acueducto Rural AguaSanta E.S.P en el municipio de San Antonio del Tequendama ha venido realizando un diagnóstico de todo su sistema con el fin de implementar un Plan de Seguridad del Agua (PSA), que según la OMS es una metodología que responde a la siguiente definición: *"La forma más eficaz de garantizar sistemáticamente la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo es aplicando un planteamiento integral de evaluación de los*



riesgos y gestión de los riesgos que abarque² todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor...". Adicional al propio reto de la implementación de un PSA en un sistema de abastecimiento rural, está el de mejorar la comprensión de los modelos para los sistemas de distribución de agua, con el fin de ayudar a los gestores a la prevención y mitigación de impactos presentes dentro de los diferentes procesos de la gestión de redes. Para lograr esto, es necesario identificar y reconocer nuevas herramientas que el *Análisis inteligente de datos* ofrece, y que sirven como apoyo al estudio de las complejas interacciones entre factores relacionados con las prácticas en la operación y gestión de redes de distribución de agua, así como las estructuras sociales, los procesos físicos, los sistemas de ingeniería y los factores ambientales. Dado lo anterior, es importante profundizar en la identificación y el desarrollo de estas técnicas, brindando alternativas novedosas a las técnicas actualmente existentes trabajadas en ingeniería. Por esto, este proyecto busca generar diferentes escenarios, integrando múltiples disciplinas y usando software libre (R) y la toolkit de EPANET para buscar las mejores alternativas de simulaciones de condiciones hidráulicas que favorezcan la gestión del acueducto Aguasanta.

Objetivo general

Plantear un esquema de optimización hidráulica para la red de distribución de agua del acueducto rural Aguasanta E.S.P, utilizando análisis inteligente de datos.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la red de distribución del acueducto AguaSanta E.S.P.
- Generar escenarios de simulación hidráulica de la red a partir de las características propias del sistema de abastecimiento y el área de estudio.
- Aplicar metodologías de *Análisis inteligente de datos* a la información colectada de la red, como herramienta de evaluación de escenarios multicriterio.
- Validar los resultados de las simulaciones hidráulicas mediante métricas estadísticas, identificando soluciones optimas para la red de distribución del acueducto AguaSanta E.S.P.

Estado del arte y marco conceptual

Planes de Seguridad del Agua

Los Planes de Seguridad del Agua⁴ (PSA) han sido propuestos por la Organización Mundial de la Salud² como una alternativa para asegurar una mejora permanente en la prestación de servicios de abastecimiento de agua. La finalidad de estos planes es organizar y sistematizar las prácticas aplicadas en la



operación de los componentes de un sistema de abastecimiento, incluyendo la captación, tratamiento y distribución, bajo un modelo de gestión de riesgos; este permite la identificación, evaluación y control de los peligros y eventos peligrosos, que pueden afectar la distribución de agua en calidad y cantidad adecuadas para satisfacer la demanda de los usuarios del sistema. El PSA adopta una metodología de análisis de peligros y puntos críticos sobre los cuales se realiza un plan de optimización y control que permite monitorear permanentemente las variables del sistema, garantizando que ante la aparición de un evento que pone en riesgo la prestación del servicio, se activan los límites de control y se ejecutan acciones correctivas que sirven de insumo a la actualización permanente del plan de seguridad.

En la elaboración de un PSA se identifican eventos que pueden generar afectaciones en la infraestructura disponible, de manera tal que se puede alterar la calidad del agua distribuida, y perturbar la continuidad del servicio a la comunidad. Es así como un PSA se convierte en una metodología, que a través de una comprensión integral del sistema, permite construir acciones en pro de asegurar la calidad del agua distribuida e identificar, evaluar, monitorear, y gestionar los riesgos propios del sistema de abastecimiento de agua, incluyendo las redes de distribución.

Según la OMS (Bartram, 2009), un PSA comprende tres componentes:

“1. Evaluación del sistema para determinar si la cadena de abastecimiento de agua de consumo (hasta el punto de consumo) en su conjunto puede proporcionar agua cuya calidad cumpla las metas de protección de la salud.

2. Determinación de las medidas que, de forma colectiva, controlarán los riesgos identificados en un sistema de abastecimiento de agua de consumo y garantizarán el cumplimiento de las metas de protección de la salud. Para cada medida de control determinada, debe definirse un medio adecuado de monitoreo operativo que garantice la detección rápida y oportuna de cualquier desviación con respecto al funcionamiento requerido.

3. Planes de gestión que describan las medidas que deben adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan incidentes, y que documenten los planes de evaluación (incluidos los relativos a las ampliaciones y mejoras), monitoreo y comunicación del sistema, así como los programas complementarios.”

En este sentido, uno de los elementos que debe monitorearse y controlarse en el funcionamiento óptimo del sistema, con fines de reducción y gestión del riesgo, es el funcionamiento hidráulico de la red de distribución. Asegurar los condicionantes hidráulicos en la red permite brindar garantías en la prestación del servicio de abastecimiento, en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y continuidad en el servicio. De esta manera, la evaluación de parámetros hidráulicos y la optimización de la red de distribución se constituyen en una herramienta significativa para los propósitos del plan de seguridad del agua en la búsqueda de las mejores condiciones que garanticen la integridad del sistema y la prestación de un servicio continuo y en cantidad suficiente a la población servida.



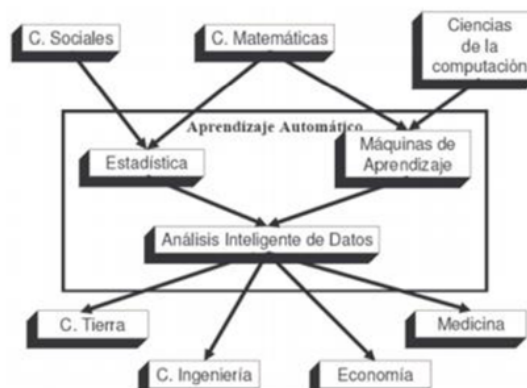
Análisis inteligente de datos

Con el rápido desarrollo de la sociedad moderna y las innovaciones en tecnología, las redes computacionales y la tecnología de la información en general se han convertido en una parte importante de la infraestructura y ahora juegan un papel significativo en negocios, así como en la vida cotidiana. Después de décadas de desarrollo, La tecnología de redes ha logrado un progreso notable en términos de cobertura, capacidad de nodo, velocidad de transmisión y costos de funcionamiento (Wu, Dong, Ota, Li, & Guan, 2018).

Big data se refiere a la recopilación de datos dentro de un cierto rango de tiempo, administrado y procesado por herramientas de software convencionales (Lin et al., 2016). Se han desarrollado conceptos de inteligencia empresarial (BI) para destacar la importancia de la recopilación, integración, análisis e interpretación de la información empresarial y ayudar a las empresas a tomar decisiones más adecuadas y obtener una mejor comprensión de los comportamientos y tendencias del mercado. Estas se han venido fortaleciendo para contribuir con una mejora en la comprensión de fenómenos sociales inmersos en investigación (Wang, Kung, & Byrd, 2018).

La combinación del pre-procesamiento, el análisis estadístico y los sistemas inteligentes, junto con el modelaje del sistema lo convierte en un poderoso instrumento de software utilizable en un rango muy amplio de aplicaciones (Weber, 2000).

El siguiente esquema muestra la convergencia de múltiples disciplinas dentro del Análisis inteligente de datos.



Tomado de: <https://www.inf.utfsm.cl/~cvalle/INF-390/Introduccion.pdf>



El aprendizaje automático se ha convertido actualmente en uno de los pilares de Tecnología de la Información. Con la cantidad cada vez mayor de datos disponibles, hay una buena razón para creer que el análisis inteligente de datos será aún más generalizado como un Ingrediente necesario para el progreso tecnológico (Osisanwo et al., 2017).

Hoy día, ya se encuentran múltiples trabajos de ingeniería que han involucrado el aprendizaje de máquinas, nuevas y diversas técnicas usadas en el análisis inteligente de datos y más específicamente en el campo de los sistemas de distribución de agua urbana. (Navarrete-López, Herrera, Brentan, Luvizotto, & Izquierdo, 2019) ha trabajado con Algoritmos de discretización de series temporales (SAX) y redes neuronales. A nivel de Redes de distribución de agua se ha obtenido un modelo híbrido para la toma de decisiones para la renovación de tuberías; analizando los principales factores de influencia en el deterioro de las mismas, proponiendo un nuevo método de apoyo a la toma de decisiones, y priorizando las necesidades de renovación en dichas redes. (Guzmán, 2012). Se ha trabajado con modelos estocásticos del tipo ARIMA y con la metodología de Redes Neuronales para modelar y predecir la demanda de agua urbana en áreas densamente pobladas. (Espinoza R., 2010).

Metodología

1. Revisión del estado del arte: Esta revisión está relacionada con la búsqueda de información sobre las metodologías usadas en Análisis inteligente de datos y los desarrollos que se han presentado en la aplicación de algunas de estas herramientas al campo Ingenieril. A partir de la búsqueda de las metodologías se podrá establecer cuales se trabajarán y aplicarán al proyecto.
2. Aplicación de las diferentes metodologías seleccionadas de Análisis inteligente de datos y generación de escenarios para las simulaciones hidráulicas. Se tiene contemplado partir con las metodologías de *Random Forest (RF's)* y *Máquinas de Vectores de Soporte (SVM)*, trabajadas dentro de las herramientas de *Machine Learning* para la obtención de resultados en la predicción de fallos de la red de distribución AguaSanta E.S.P. Para las simulaciones hidráulicas se trabajará con la caja de herramientas (epanet2toolkit) de EPANET para el software libre R. Con éste toolkit y su algoritmo, se programarán funciones para el análisis de la red y la generación de los escenarios bajo diferentes condiciones, evaluando diversas posibles soluciones con las variables trabajadas (presión, caudal, profundidad, material, longitudes, pendientes, diámetros, accesorios).
3. Validación de resultados de las metodologías adaptadas, comparando resultados obtenidos en las simulaciones con datos medidos en campo, así como también, con los métodos tradicionales usados en la gestión de redes. Se usarán algunas métricas estadísticas como el Índice de Nash, el coeficiente de Determinación (R^2) y el Error Medio Cuadrático (EMC) como medidas de bondad de ajuste, buscando la optimización del proceso de simulación entre los modelos propuestos y los datos observados.



4. Elaboración del informe que será presentado al Acueducto de AguaSanta E.S.P. con los hallazgos y alternativas de optimización hidráulicas encontradas en el desarrollo del proyecto.

Resultados esperados

Este proyecto busca darle continuidad al trabajo que se viene realizando desde hace 3 años con el Acueducto rural AguaSanta E.S.P, tanto por parte de los docentes vinculados al grupo de investigación INAM-USTA, como con la vinculación de estudiantes que hacen parte de los semilleros de investigación “Recurso Hídrico y Territorio” y “Salud Ambiental”, de tal manera que les permita trabajar en un contexto comunitario donde proyectan su labor social buscando colaborar en la mejora de la calidad de vida de los habitantes de las veredas involucradas en el proyecto, así como la búsqueda de soluciones al problema de abastecimiento de agua apta para el consumo humano, desde los aspectos de calidad, cantidad y continuidad en el suministro, por medio del uso de herramientas de gestión novedosas y fáciles de implementar.

Con el proyecto se espera cumplir con los siguientes productos: según tipología COLCIENCIAS

CARACTERÍSTICAS DEL MODELO NACIONAL DE COLCIENCIAS	PRODUCTO	POSIBLE REVISTA/EVENTO
Productos resultado de actividades de generación de nuevo conocimiento	Artículo de Investigación en revista indexada	Journal of water supply research & technology(Q3) http://aqua.iwaponline.com/
Productos resultado de actividades de desarrollo tecnológico e innovación	Informe técnico final	Informe técnico final, presentado a la Empresa de Acueducto Aguasanta
Productos resultado de actividades de apropiación social del conocimiento	Circulación de conocimiento especializado. Evento científico	SEREA (The 17th Ibero-American Seminar on Water and Drainage Networks-2021)
Productos de actividades relacionadas con la formación de recurso humano para la CTEI	Trabajos de grado de pregrado	Trabajos de grado de pregrado: Pendientes por definir.



Cronograma

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	FECHA		FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE						
		Inicio	Fin.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Plan de trabajo y definición de objetivos	CN DC AJ AM	Feb 03	Feb 29																																											
Diagnóstico del estado de la red de Aguasanta	CN DC AJ AM	Mar 02	Mar 31																																											
Simulaciones en R con epanet2toolkit - generación de escenarios	CN DC AJ AM	Abr 01	Abr 30																																											
Selección de la metodología de Análisis inteligente de datos <i>SVM</i> ó <i>RF</i>	CN DC AJ AM	May 04	Jun 31																																											
Validación de datos	CN DC AJ AM	ago 03	ago 31																																											

[illegible]

CN: Claudia Navarrete - DC: Dayam Calderón - AJ: Angela Jaramillo - AM: Andrés Martínez

		1 Presupuesto				
		Horas nómina				
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Sede	Total (\$)	
Horas Nomina (Invest. Principal)	Claudia Fernanda Navarrete López	4	32	Principal	11.994.000	
Horas Nomina (Co-Investigadores)	Angela Maria Jaramillo Londoño	5	12	Principal	5.115.750	
Horas Nomina (Co-Investigadores)	Andrés Felipe Martínez U.	3	12	Principal	3.863.250	
Horas Nomina (Co-Investigadores)	Dayam Soret Calderón	1	12	Principal	2.651.250	
FINANCIACIÓN	RECURSO	DESCRIPCIÓN		Valor partida	Valor contrapartida (Externa)	Total (\$)
RUBROS	Servicios Técnicos	No Aplica				\$ 0



	Salidas de campo	No Aplica			\$ 0
	Equipos	No Aplica			\$ 0
	Materiales, insumos y software	No Aplica			\$ 0
BOLSAS	Papelería	No Aplica			\$ 0
	Fotocopias	No Aplica			\$ 0
	Material bibliográfico	No Aplica			\$ 0
	Auxilio de transporte	No Aplica			\$ 0
	Movilidad	Presentación de resultados en dos ponencias en eventos científicos	10.000.000		\$10.000.000
	Publicaciones	Traducción y proceso editorial en revista indexada	6.000.000		\$ 6.000.000
TOTAL DEL PROYECTO:					\$ 0

Referencias bibliográficas

Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinchold A, Stevens, M (2009) *Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.

DNP. (2014). *Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural (CONPES 3810)*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

Espinoza R., C. A. (2010). *Predicción a corto plazo de la demanda de agua urbana en áreas densamente pobladas*.

Guzmán, C. D. (2012). Programación óptima de la renovación de tuberías en un sistema de abastecimiento urbano: Análisis de los factores de influencia.

IDEAM. (2002). *Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM.

Lin, B., Guo, W., Xiong, N., Chen, G., Vasilakos, A. V., & Zhang, H. (2016). A pretreatment workflow scheduling approach for big data applications in multicloud environments. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 13(3), 581-594.



- Ministerio de la Protección Social (2011). *Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua en el sector rural y urbano marginal de Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Navarrete-López, C., Herrera, M., Brentan, B. M., Luvizotto, E., & Izquierdo, J. (2019). Enhanced water demand analysis via symbolic approximation within an epidemiology-based forecasting framework. *Water*, 11(2), 246.
- OMS Organización Mundial de la Salud (2006). *Guías para la calidad del agua potable. Vol. 1*. Tercera edición. Ginebra, Suiza.
- Osisanwo, F., Akinsola, J., Awodele, O., Hinmikaiye, J., Olakanmi, O., & Akinjobi, J. (2017). Supervised machine learning algorithms: classification and comparison. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*, 48(3), 128-138.
- Wang, Y., Kung, L., & Byrd, T. A. (2018). Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 3-13.
- Weber, R. (2000). Data Mining en la empresa y en las finanzas utilizando tecnologías inteligentes. *Revista Ingeniería de Sistemas*, 14(1), 61-78.
- Wu, J., Dong, M., Ota, K., Li, J., & Guan, Z. (2018). Big data analysis-based secure cluster management for optimized control plane in software-defined networks. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 15(1), 27-38.

Optimizacion

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Santo Tomas

Trabajo del estudiante

3%

2

Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia

Trabajo del estudiante

2%

3

riunet.upv.es

Fuente de Internet

2%

4

colaboracion.dnp.gov.co

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 2%

Excluir bibliografía

Activo

Optimizacion

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

/100

COMENTARIOS GENERALES

Instructor

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13