

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación
RIUCaC

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS:

Atribución	<input type="checkbox"/>	Atribución no comercial	<input type="checkbox"/>	Atribución no comercial sin derivadas	<input checked="" type="checkbox"/>
Atribución no comercial compartir igual	<input type="checkbox"/>	Atribución sin derivadas	<input type="checkbox"/>	Atribución compartir igual	<input type="checkbox"/>

AÑO DE ELABORACIÓN: 2020

TÍTULO: Diagnóstico y propuesta de optimización para la captación del sistema de acueducto del municipio El Retorno, Guaviare.

AUTOR (ES):

Molina Solano, Harold Santiago y Ortiz Beltrán, Sergio Stevens.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):

Acero Fonseca, María Fernanda.

MODALIDAD:

Trabajo de investigación.

PÁGINAS:	206	TABLAS:	71	CUADROS:		FIGURAS:	72	ANEXOS:	2
-----------------	-----	----------------	----	-----------------	--	-----------------	----	----------------	---

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES
2. MARCOS DE REFERENCIA
3. METODOLOGÍA
4. PRODUCTOS A ENTREGAR
5. DIAGNÓSTICOS DEL SISTEMA



- 6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS
 - 7. DISEÑOS DEFINITIVOS
 - 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFÍA

DESCRIPCIÓN:

El municipio El Retorno cuenta con un acueducto abastecido por un sistema de bombeo, el cual refleja altos costos operativos, razón por la cual no se garantiza la continuidad del servicio, fomentando a la población beneficiada a abastecerse de fuentes alternas. Con base en lo anterior, se realizó un estudio técnico que permitiera establecer las medidas para garantizar una prestación eficiente del servicio de suministro de agua potable; este estudio comprendió un diagnóstico técnico operativo del sistema de captación, para estimar las falencias en la infraestructura y operación; una vez identificadas, se plantearon diferentes escenarios y se realizó un análisis de alternativas a nivel de prefactibilidad, estableciendo la necesidad de realizar un nuevo sistema de captación desde la fuente Caño Bonito, a gravedad, minimizando los costos operativos.

METODOLOGÍA:

La investigación del trabajo de grado se llevó a cabo por medio de cuatro (4) fases en las cuales se desarrolló en orden cada aspecto del proyecto, estas fases son fundamentales puesto que cada una de ellas contendrá de manera más detallada y clara la información primaria y secundaria obtenida.

Las fases contenidas en el trabajo de grado son las siguientes:

- Fase Conceptual
- Fase de Planeación y Diagnósticos
- Fase de Análisis para la Optimización
- Fase de Diseño

El enfoque que tuvo esta investigación fue mixto, ya que posee características cuantitativas y cualitativas en su contenido y desarrollo. Los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto contemplan posibles selecciones para confrontar problemas investigativos y terminan siendo igualmente valiosos. Estas son las mejores formas elaboradas por la humanidad que permiten investigar y generar

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

conocimiento. Este tipo de enfoque nos permite realizar planteamientos acotados necesarios obteniendo resultados precisos los cuales proporcionarán información detallada de la situación actual del sistema, al igual que una clara interpretación de los datos recopilados de fuentes primarias y secundarias en el transcurso de la investigación.

PALABRAS CLAVE:

AGUA POTABLE, SISTEMA DE CAPTACIÓN, DIAGNÓSTICO, ABASTECIMIENTO, GRAVEDAD.

CONCLUSIONES:

El diagnóstico al sistema de captación y de la línea de aducción del acueducto del municipio El Retorno, comprendió la evaluación técnica operativa bajo los lineamientos que establece la resolución 330 de 2017 Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico- RAS ; en donde se concluyó que la estructura de captación cumple con la capacidad para abastecer a la población actual del municipio y a un horizonte de diseño de 25 años; no obstante, la estructura de flotación presenta corrosión y deterioro en sus componentes, así como en el cerramiento y el mecanismo de anclaje, en donde se han presentado periodos en los que no se ha operado, debido a las reparaciones de la estructura por eventos de precipitación, que han generado avenidas fluviotorrenciales; adicional a la carencia de mantenimientos periódicos sobre el sistema de bombeo generando vulnerabilidad en la operación del sistema. La principal falencia del sistema captación y bombeo son los costos de operación, los cuales superan los ingresos del prestador municipal Administración Pública Cooperativa Servir AAA; esta tendencia se ha mantenido desde el año 2013 a la fecha, generando un desequilibrio financiero en la prestación del servicio, en donde no se garantiza la calidad, continuidad y cobertura del suministro de agua potable.

La línea de aducción cuenta tramos expuestos, uniones y reparaciones artesanales, fisuras y constantes fugas de agua en varios tramos; si bien, la tubería cuenta con la capacidad de transporte de agua actual y al horizonte de diseño acorde a las directrices de la norma, las pésimas condiciones de esta, genera pérdidas del recurso hídrico, así como el aumento en el tiempo de bombeo para suplir el caudal que se pierde a lo largo de la línea de conducción, transversalmente genera aumentos en los costos de operación; en consecuencia

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

se concluye que es necesario el cambio total de la línea de aducción, en el caso de continuar el abastecimiento actual, por el sistema de bombeo de la fuente de Caño Grande.

Con el objeto de evaluar diferentes escenarios para mejorar la prestación del servicio y garantizar la sostenibilidad de la prestación de la empresa Administración Pública Cooperativa Servir AAA, se realizó un análisis de alternativas bajo los lineamientos del artículo 14 de la resolución 330 de 2017. El cual contempló el modelo de tres alternativas; la alternativa No 1 proyecta el aprovechamiento del recurso hídrico de la fuente Caño Bonito, localizada al occidente del casco urbano del municipio El Retorno, en el sector de Cerritos; la alternativa No 2 plantea la captación del recurso sobre la fuente Caño Trueno, la cual se encuentra localizada al noroccidente del casco urbano del municipio, sobre la vereda Monserrate en jurisdicción del municipio de San José del Guaviare; y la tercera se contempló la fuente actual de abastecimiento denominada Caño Grande la cual se encuentra al noreste del municipio.

Para las dos primeras alternativas, se contempló un sistema de abastecimiento a gravedad con la condición de: localizarse por encima o en la cota 270 m.s.n.m., teniendo una diferencia de niveles alrededor de 70 m entre estas y contar con la oferta hídrica a un horizonte de diseño. En cuanto a la alternativa de Caño Grande, se optó por realizar la evaluación del sistema de captación sustituyendo la energía convencional eléctrica por energía solar, puesto que, a corto y mediano plazo se evidenciaría una reducción de los costos operativos y de mantenimiento del sistema, además de estar utilizando energías amigables con el medio ambiente generando conciencia y cultura ambiental en el municipio.

El análisis de alternativas estructuró la evaluación de las áreas de estudio de hidrología, hidráulica, impacto ambiental, económico y social; en donde se detallaron los aspectos positivos y negativos de cada alternativa bajo el área de evaluación; posteriormente se realizó la evaluación bajo una matriz multicriterio de factores ponderados, estableciendo un valor de cada una dependiendo los criterios dominantes y recesivos; en donde los criterios dominantes establece los factores con mayor importancia, como son los costos operativos, la oferta hídrica, operación y vulnerabilidad del sistema; por otro lado, los criterios recesivos establecen los factores de menor impacto como son los costos de inversión, criterios técnicos, acceso, impacto ambiental, precepción de la comunidad.

Del análisis se determinó que la alternativa más eficiente es la No 1 que comprende el aprovechamiento del recurso hídrico de la fuente de Caño Bonito,

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

con una estructura de derivación de fondo, un pretratamiento y una línea de aducción de 15,2km hasta la planta de tratamiento actual; esta alternativa proyecta costos de operación para el año 1 de \$ 1,76 millones/anual, lo cual implica una disminución de los costos de operación de más del 90%, generando balances positivos para el prestador, mejorando la prestación del servicio de suministro de agua potable; permitiendo a la empresa invertir en obras de mejoramiento, estudios como los programas de uso eficiente y ahorro del agua, que permitirá tener una empresa con mayor solidez y mejorar la calidad de vida de las personas.

Se recomienda realizar mantenimientos periódicos a la estructura de captación y desarenador, a fin de garantizar su correcto funcionamiento y mayor vida útil, así mismo, realizar limpieza de la tubería de aducción con mayor frecuencia, dado que la línea de aducción contempla una longitud de más de 15 km y con pendientes tan bajas, fomenta la obstrucción de la tubería por sedimentos; de igual forma para el mantenimiento y cierre de válvulas se recomienda un cierre lento en un tiempo mayor a 3 minutos, a fin de no generar sobrepresión en la tubería y posibles fallas en su estructura.

FUENTES:

ALCALDÍA DE EL RETORNO. "Plan de Desarrollo del Municipio de El Retorno". El Retorno. 2012. .

ARREGUÍN, Felipe. MURILLO, Rodrigo. "Inventario Nacional de Presas". {En línea}. {2013}. México. Tecnología y Ciencias del Agua. 7 páginas. Pág. 1. Disponible en: <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/1460124989?accountid=4>.

ASAMBLEA GENERAL DE LAS NACIONES UNIDAS. "Resolución 64/292". 2010.

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. "Constitución Política de Colombia. Bogotá D.C. 1991.

ÁVILA, Humberto. TUESCA, Rafael. "Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano: Análisis de Tendencias de Variables para Consolidar Mapas de Riesgo, el Caso de los Municipios Ribereños del Departamento del Atlántico". Universidad del Norte. 2015. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/legacydocview/EBC/4422267?accountid=45660>..

BALOCCHI, Francisco. PIZARRO, Roberto. MORALES, Carolina. "Modelamiento Matemático de Caudales Recesivos en la Región Mediterránea Andina del Maule;



el Caso del Estero Upeo, Chile”. En: Tecnología Y Ciencias Del Agua. Septiembre, 2014. Vol. 5. No. 5. p. 180. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/1655882990/fulltextPDF/86BECFFC6E8A4EEDPQ/3?accountid=45660>.

BELTRÁN, Abian. GRACIA-LEÓN, Herberth. “Design And Calculation Of A Hybrid Solar-Hydraulic Power Station In Gran Canaria” Dyna. 2018. Vol. 85. No. 206., p.250-257. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/2123691118/A37D6673E6CA4E75PQ/1?accountid=45660>.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. "Obras de Captación Superficial - Capítulo 7". México D.F. {En línea}. {2016}. Disponible en: http://www.ingenieria.unam.mx/~enriquecv/AAPYA/apuntes_aapya/AAPYA2_7.pdf

CORMACARENA, “Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Guama – índices de Calidad Hidrobiológica, Vol. 4. 2013.

CUALLA, Ricardo. “Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados”. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición. 546 páginas. Bogotá, 2010.

CUTZAL, José. “Diseño del Sistema de Agua Potable por Bombeo para la Colonia Romec y Diseño del Instituto de San José Chacayá, Sololá”. {En línea}. {2007}. Guatemala. 1766 páginas. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2755_C.pdf.

DIEZ, Andrés. GILSANZ, Javier. “Geomorfología e Hidrología Fluvial del Río Alberche: Modelos Y S.I.G. para la Gestión de Riberas”. 1 ed. Madrid. Universidad Complutense De Madrid, 2006. 592 p. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/2135007941/bookReader?accountid=45660>.

DIEZ, Andrés. PEDRAZA, Javier. "Geomorfología e Hidrología Fluvial del río Alberche: Modelos y S.I.G. para la Gestión de Riberas". Madrid. Universidad Complutense de Madrid, 2006. 612 p. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/2135007941/bookReader?accountid=45660>.

DUECK, J. MINKOV, L.L. Non-stokesian sedimentation as applied to the analysis of the interaction of particles in a suspensión. {En línea}. {2012}. Netherlands. 2 páginas. Disponible en:



<http://dx.doi.org.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s>.

ECK, Bradley. MEVISSSEN, Martin. Quadratic approximations for pipe friction. {En línea}. {2015}. Londres. 11 páginas. Disponible en: <http://dx.doi.org.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/10.2166/hydro.2014.170>.

EMCALI EICE ESP. "Norma Técnica de Impulsión y Transmisión de Agua". {En línea}. {2013}. Cali, Colombia. 43 páginas. Disponible en: <https://www.emcali.com.co/documents/107516/125182/NDI-SE-IT-001.pdf>.

FONTALVO, José., RAMOS, Alfredo. Análisis Hidrológico e Hidráulico de la Cuenca del río Frío, Municipios de Ciénaga y Zona Bananera, Departamento del Magdalena. Revista Logos, Ciencia & Tecnología. Pág.156-178. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/1999171027?accountid=45660>.

GARCÍA, Juan. PÉREZ, Alfredo. "Geomorfología de un Sector de la Cuenca de Almazán (Soria): Procesos de Erosión de Suelos y Planteamiento de Escenarios ante el Cambio Climático". 1 ed. Madrid. Universidad Complutense De Madrid, 2008. 412 p. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/legacydocview/EBC/3193198?accountid=45660>.

GOBERNACIÓN DEL GUAVIARE. "Estudios previos para la contratación del proceso de selección del Concurso de Méritos Abierto CMA 011 de 2019". San José del Guaviare. 2019.

HECHAVARRÍA, Jesús. "Formulación Matemática del Diseño de Redes de Abastecimiento. {En línea}. {2017}. Guayaquil, Ecuador. Revista Científica ECOCIENCIA. 23 páginas. Disponible en: <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docv>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. "Metodología de la Investigación". Sexta edición. México D.F. Editorial: McGRAW-HILL. 2014. 600 páginas.

KOUTOUDJIAN, Juan. "Estaciones de Bombeo, Operación y Mantenimiento". {En línea}. {2005}. Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.38 páginas. Disponible en: http://www.fi.uba.ar/archivos/Estaciones_de_Bombeo.pdf.

MALAXECHEBARRÍA, Álvaro. RÓDRIGUEZ, Yorlenny. HOYOS, Laura. "Propuesta Metodológica de Priorización de Áreas para Conservación de Cuencas. Validación en Río Caquinal, Fómeque, Cundinamarca, Colombia". En: Revista de Investigación Agraria y Ambiental. *Junio, 2015. Vol. 6. No. 1., p. 205*. [En línea] <https://search-proquest->



com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/1778467331?accountid=45660.

MARTINS, Carlos. MARTÍNEZ, José. “Diseño Óptimo de Líneas de Aducción por Bombeo”. {En línea}. {2015}. La Habana, Cuba. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. 14 páginas. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-0338.

MENON, Shashi. “Transmission Pipeline Calculations and Simulations Manual. {En línea}. {2015}. ScienceDirect. 10 páginas. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/colebrook-white-equation>.

MERY, Horacio. “Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras”. RIL Editores. Primera Edición. 454 páginas. Pág. 335. Santiago de Chile, 2013. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/legacydocview/EBC/3218005?accountid=45660>.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y DESARROLLO. “Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS Título B”. Bogotá. 2010.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CUIDAD Y TERRRITORIO. Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico- RAS. Bogotá. 2017.

ORTIZ, Ramiro. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Ediciones de la U. Primera Edición. 384 páginas. Pág. 207. Bogotá, Colombia, 2011. [En línea] <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/2131194373/bookReader?accountid=45660>.

PALACIOS, Álvaro. “Acueductos, cloacas y drenajes”. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello, 2008. 255 páginas. Disponible en: <https://vdocuments.mx/acueductos-cloacas-y-drenajes-alvaro-palacios-ruiz-56de39c938a84.html>.

PANDEY, Kamlesh. KUMAR, V. Hydraulics of fluid flow in A single cohesive crack: A review of some basic concepts. {En línea}. {2014}. India. iManager. 15 páginas. Disponible en: <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/>.

SALDARRIAGA, Juan. “Hidráulica de Tuberías”. Bogotá. McGRAW-HILL, 1998. 564 páginas.

SAMANI, Zohrab. “Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological Data”. Journal of Irrigation and Drainage Engineering.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

2000. Vol. 126. No 4. P. 265-267. [En línea]
https://www.researchgate.net/publication/237640787_Estimating_Solar_Radiation_and_Evapotranspiration_Using_Minimum_Climatological_Data.

SERRANO, Juan. “Ventosas”. [En línea]
https://www.construmatica.com/archivos/28051/documentacion_tecnica/04_valvulas_y_control/05_ventosas.pdf.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. “Evaluación integral de prestadores administración publico cooperativa SERVIR AAA administración pública cooperativa SERVIR AAA”. Bogotá D.C.2014.

VALDÉS, Yaset. “Metodología para el Diseño Hidráulico de las Estaciones de Bombeo para Acueducto”. 2011. Editorial Universitaria. 128 páginas. Pág. 51. [En línea]
<https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/legacydocview/EBC/3201192?accountid=45660>..