

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -****UNIVERSIDAD CATÓLICA**
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

**FACULTAD INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS
BOGOTÁ D.C.****LICENCIA CREATIVE COMMONS:**

Atribución no comercial.

AÑO DE ELABORACIÓN:

2019

TÍTULO:

Estudio hidrogeológico para el uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento en sistemas de protección contra incendio en el municipio de Chiquinquirá.

AUTORES:

Fernández Cely, Sebastián Camilo; Medina Andrade, Yilmar Sneider; y Velandia Grillo, Juan Camilo.

DIRECTOR Y ASESOR:

Torres Quintero, Jesús Ernesto

MODALIDAD:

Trabajo de investigación.

PÁGINAS: **TABLAS:** **CUADROS:** **FIGURAS:** **ANEXOS:** **CONTENIDO:**

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES
2. MARCO DE REFERENCIA



3. METODOLOGÍA
 4. CLIMATOLOGÍA
 5. GEOLOGÍA
 6. HIDROLOGÍA
 7. ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS
 8. ESTUDIO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
 9. EVALUACIÓN FINANCIERA
 10. EVALUACIÓN AMBIENTAL
 11. CONCLUSIONES
 12. RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS
ANEXOS

DESCRIPCIÓN:

Con el fin de establecer la viabilidad de emplear el recurso hídrico de fuentes subterráneas para el abastecimiento de un sistema contraincendios en el municipio de Chiquinquirá, es importante establecer y caracterizar las dinámicas presentes en éste, con relación a su clima, hidrología, geología e hidrogeología, que permiten identificar la disponibilidad del recurso, teniendo definido su comportamiento y las variables de entradas y salidas en las unidades hidrogeológicas, mediante un estudio hidrogeológico. Una vez evaluada la disponibilidad del recurso, es importante realizar una adecuada planificación del recurso, para así diseñar y establecer el proyecto como sustentable y sostenible, por lo tanto, es importante evaluar sus ventajas y desventajas, tanto su interacción con el medio ambiente, como su comportamiento de costos, en relación con el abastecimiento de un sistema tradicional, dónde el suministro provenga de una fuente superficial o de un sistema de acueducto.

METODOLOGÍA:

Recopilación de la información bibliográfica

Este proceso incluye la revisión y evaluación de los estudios previos elaborados en el municipio de estudio, dentro del cual se involucra la recopilación de información topográfica geológica, geotécnica y temática. Para este proceso también se contó con la ayuda de estudios realizados por parte del Servicio Geológico Colombiano (SGC), la Corporación Autónoma Regional de



Cundinamarca (CAR), la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) y la Gobernación de Boyacá.

Se revisó bibliografía correspondiente al uso de fuentes de agua alternativas para suplir la demanda de sistemas de protección contra incendio, así como la normatividad nacional referente al tema.

Levantamiento de información en campo

Elaborar y verificar la cartografía geológica mediante la toma de datos en campo, inspección visual de las formaciones aflorantes, identificación de las unidades estratigráficas y rasgos estructurales (Fallas y pliegues).

Procesamiento e interpretación de los resultados

A partir de la información bibliográfica existente, el levantamiento de información de campo y la interpretación de los resultados de laboratorio, se procede a realizar el análisis para la identificación de los parámetros físicos de las unidades geológicas para determinar las unidades potenciales que puedan contener agua y si cumplen con los requerimientos y necesidades del sistema al que se pretende abastecer.

Con relación a la hidrología, se pretende realizar una caracterización de la cuenca, por medio del procesamiento de la información hidroclimatológica y así plantear un balance hídrico y establecer la oferta aportada por ésta. Determinada la oferta, se realizará el análisis de información secundaria y determinar los conflictos por uso en la cuenca en mención.

Análisis de riesgo e ingeniería conceptual del sistema de protección contra incendio

Diseño de la ingeniería conceptual del sistema de protección contra incendio para determinar los requerimientos hidráulicos mínimos, que serán la necesidad que pretendemos suplir por medio del uso de aguas subterráneas.

Entrega del documento final

Al finalizar el este estudio se podrá consolidar el documento final el cual será el entregable en incluirá los resultados finales de esta investigación.



PALABRAS CLAVE:

Planificación del recurso hídrico, estudio hidrogeológico, agua subterránea, medio ambiente, costos.

CONCLUSIONES:

Con relación a la recolección de información, análisis y procesamiento de la información existente para el área de estudio, se concluye lo siguiente:

- La temperatura para el área de estudio es constante durante todo el año, de acuerdo con las series de datos empleadas de la estaciones Simijaca, Esclusa de Tolón y San Miguel de Sema. La temperatura media oscila en el rango entre 13 – 14.5 °C.
- La cuenca del área de estudio presenta valores bajos de precipitación, oscilan entre los 200 y los 700 mm/año, siendo enero con el mes con menor precipitación, y abril mayo y octubre los meses más lluviosos.
- Según la clasificación climática de la metodología Caldas Lang, el municipio de Chiquinquirá presenta dos tipos de pisos térmicos: El piso térmico frío que representa los 128 Km² de la superficie total (94%) y el piso térmico páramo, cuya extensión es de 8 Km² (6%).
- Se deben tomar medidas de gestión y planificación en la cuenca del río Chiquinquirá, ya que el índice de escasez de la cuenca del río Chiquinquirá presenta un índice medio; no obstante, la clasificación se aproxima a alta, a causa de los conflictos por la oferta, demanda y calidad del recurso hídrico, tanto en el casco urbano como en el área rural.
- Debido a que existen conflictos del recurso hídrico superficial en Chiquinquirá y falta de medidas de gestión, es viable para el área de estudio explorar fuentes alternativas para la extracción y uso de agua subterránea, diseñando e implementando medidas efectivas para la gestión y el ordenamiento del recurso.
- El balance hídrico superficial diseñado arrojó excesos de agua, por lo que se puede establecer que: existe un alto nivel de escorrentía en la cuenca o el



suelo posee una baja capacidad de almacenar agua (humedad). Lo anterior, se puede determinar realizando una caracterización de suelo, sumado de ensayos, pruebas y análisis de laboratorio que determinen las capacidades de infiltración por unidad de suelo presentes en la cuenca, para así establecer las áreas potenciales de recarga de acuíferos.

□ Realizada la identificación, procesamiento e interpretación de los datos de campo del componente geológico, se reconocieron las unidades geológicas que afloran en la zona de estudio, en la cual se presentan en su orden cronológico: La Formación Conejo (Ksc), Formación Areniscas de Chiquinquirá (Kichi), Formación Simijaca (Kss), Formación Frontera (Ksf), Depósitos Aluviales (Qal), Depósitos Fluvio-Lacustres (Qpl),

□ La región se encuentra afectada por los esfuerzos complejionales de la cordillera oriental, que han producido fallas de tipo inverso en los bordes oriental y occidental, la estructura predominante en la zona es el Sinclinorio De Chiquinquirá: la cual ocupa la parte central del área de estudio y está localizado al oriente de la Falla Pedro Gómez y al occidente de la falla de Carupa. Esta gran estructura está caracterizada por presentar más plegamiento que fallamiento.

Con relación a la interpretación de los ensayos de laboratorio del componente de hidrogeología, se identificaron los tipos de materiales existentes presentes en el área del proyecto, dónde se identificaron las unidades hidrogeológicas potenciales, que se relacionan a continuación:

□ De acuerdo a las curvas de SEV obtenidas por la CAR, éstas representan una distribución de valores intermedios a altos de resistividad en los primeros metros de profundidad, superiores a 100 ohm-m, bajo los puntos de medición. Por lo que se puede determinar que: a mayor profundidad se encuentran valores más altos, mayores de 1000 ohm-m por lo general.

□ Se identifica que la unidad hidrogeológica potencial, es el acuífero de la formación Areniscas de Chiquinquirá donde se puede encontrar a profundidades que varían entre 26 y 117 m, al sur y suroeste de Susa, ya que los valores de resistividad varían desde 75 hasta 5225 ohm-m. El espesor mínimo de esta unidad es de unos 57 m, de acuerdo con la interpretación del SEV 9. Estructuralmente, los SEV 9, 10, 11 y 12 fueron ubicados en el flanco oriental del sinclinal de Aposentos, en el municipio de Susa y al oriente de la Falla de Carupa. Esto con el fin de detectar la Unidad Acuífera mencionada.



Unidad	Litología	Características Hidrogeológicas	Clasificación Hidrogeológica
Formación Areniscas de Chiquinquirá (K₁K₂chi)	Compuesta por areniscas intercaladas con arcillolitas a areniscas de gran potencia; intercalación de arcillolitas y arenitas, con predominancia de arcillolitas; intercalaciones de lodolitas y areniscas; lutitas; Areniscas delgadas de grano fino.	Para las secuencias arenosas forma un acuífero libre en el área donde aflora, y se convierte en acuífero confinado al centro del eje del sinclinal de Chiquinquirá. Las capas arcillosas confinan las capas permeables.	Acuífero libre, confinado y acuitado. Calidad del agua por evaluar. Recarga: precipitación; Agua superficial.

□ Los modelos hidráulicos del sistema de protección contra incendios planteados para la condición No. 1 y No. 2 cumplen con los requerimiento y condiciones mínimas establecidas en la NFPA 13.

Con relación a la evaluación ambiental del proyecto en el área de estudio, se puede concluir lo siguiente:

□ El proyecto de suministro de agua subterránea para abastecimiento de una red contraincendios, resulto con impactos compatibles para los componentes del medio físico y biótico.

□ Los componentes geológicos, suelos y aire, son compatible con el proyecto de extracción de agua subterránea, ya que no se van a alterar significativamente.

□ Los impactos negativos identificados obtuvieron una calificación de: compatibles a moderados, por lo que hay que diseñar medidas de manejo para minimizarlos o controlarlos; mientras que los impactos positivos del proyecto, son beneficiosos para el entorno ambiental de la zona de estudio.

□ Se deben establecer medidas de manejo adecuadas para mitigar o disminuir los impactos en los componentes hidrogeológicos, hidrológicos y flora.

□ De acuerdo a los diferentes conflictos del agua que tiene el municipio de Chiquinquirá y la disponibilidad del recurso en la unidad hidrogeológica areniscas de Chiquinquirá identificada en el presente trabajo de grado, desde el punto de



vista ambiental es viable implementar el proyecto, comparado con el impacto actual causado por el uso de fuentes superficiales (índice de escasez).

Con relación a la evaluación financiera del proyecto en el área de estudio, se puede concluir lo siguiente:

- Es más costoso desde el punto de vista financiero, la implementación de un sistema convencional para un SPCI, ya que el equipo de bombeo de éste posee certificaciones internacionales.
- El escenario planteado para emplear agua subterránea para este tipo de proyecto, es viable ya que hidráulicamente cumple con las condiciones establecidas y requeridas en la normatividad de redes contra incendio - NFPA 13.
- La variación de costo para las dos condiciones es de 19.16% que corresponde a \$25.738.759, siendo menor la Condición No 2 que corresponde al uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento, aun cuando se contempla una serie de actividades adicionales que la estacionaria no requiere, esto se debe al alto valor de un equipo certificado para uso en sistemas de protección contra incendio.
- Al revisar la comparativa de costos es importante aclarar que el equipo estacionario cuenta con todas las certificaciones internacionales para uso en sistemas de protección contra incendio, a diferencia de la bomba sumergible que es vendida comercialmente para uso general y no cuenta con dichas certificaciones, pero cumple con los requisitos hidráulicos para satisfacer las necesidades del sistema.
- Se considera que se podría evaluar la implementación de este tipo de sistema solo cuando no es posible optar por un sistema convencional de abastecimiento para el sistema de protección contra incendio.
- En esta evaluación financiera exclusivamente se evaluó el sistema de bombeo en las dos condiciones desde la succión hasta la descarga en el múltiple de alimentación de la red, teniendo en cuenta que para las dos alternativas no se requiere modificar los puntos de aplicación del sistema de rociadores ni la red interna planteada en la edificación.



FUENTES:

- ACIS. (2010). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR -10 TOMO I*. Bogotá, Colombia : Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica ASIS, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- ACUERDO No. 002. (2007). *AJUSTE AL PLAN BÁSICO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ*. Chiquinquirá: República de Colombia – Departamento de Boyacá, Concejo Municipal de Chiquinquirá.
- ACUERDO No. 018. (2000). *PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRA*. Chiquinquirá: Republica de Colombia, Departamento de Boyacá- concejo municipal de Chiquinquirá.
- ACUERDO No. 13. (2012). *MODIFICACION EXCEPCIONAL DEL PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ (BOYACA)*. CHIQUINQUIRÁ: República de Colombia - Concejo municipal de Chiquinquirá.
- Alcaldía de Chiquinquirá . (2012). *Plan de desarrollo de la alcaldía de Chiquinquirá*. Chiquinquirá: CONCEJO MUNICIPAL.
- Alcaldía de Chiquinquirá. (2012). *Plan de desarrollo de Chiquinquirá, la experiencia de un buen gobierno*. Chiquinquirá: Alcaldía de Chiquinquirá.
- Arías, H. A. (2014). Perfil espacial de la economía Boyasence . *Apuntes del CENES ISSN 0120-3053 Volumen 34 - N°. 59*.
- Arroyave, J. B. (2012). La gestión socio-ambiental y el recurso hídrico. *Journal of Engineering and Technology. Vol.1, N°1*.
- Auge, M. (2008). *Métodos Geoeléctricos para la prospección de agua subterránea* . Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires .
- BID. (2012). *Gobernanza y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento rurales en Colombia*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Calvetty, A. (2005). *Prospección geoeléctrica aplicada en hidrogeología*. La Plata.: Maestría en Evaluación Ambiental de Sistemas Hidrológicos,s. UNLP. Inéd. .



- CAR. (2005). *ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE DIAGNOSTICO PROSPECTIVA Y FORMULACIÓN PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LOS RÍOS UBATE Y SUAREZ*. Bogotá : INFORME DE LA FASE DE DIAGNOSTICO CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 800 DE 2005.
- CAR. (2014). *Modelación de formaciones geológicas prioritarias que constituyen acuíferos y diseño de la red de monitoreo de niveles piezométricos y calidad de agua subterránea en la cuenca del rio Suarez*. GEOCING .
- CAR, Cundinamarca. (2006). *DIAGNÓSTICO PROSPECTIVA Y FORMULACIÓN DE LA CUENCA*. Bogotá: Plan de Ordenación de la Cuenca de los Rios Ubaté y Suárez.
- Cardozo, E., & Ramirez, C. (1985). *Ambientes de deposito de la Formación Rosablanca: Area de Villa de Leiva*. Bogotá: INGEOMINAS Publ. Esp. No. 16, XVI, 13 p.
- Castañeda T., P. M. (2014). Zonificación Climatológica según el modelo Caldas-Lang de la Cuenca del Rio Negro mediante el uso del sistema de información geográfica SIG. *Universidad Militar Nueva Granada*, 1-21.
- Celemín, A. H. (1984). *Meteorología práctica*. Buenos Aires: Mar del Plata.
- Chavarro, V. A. (2011). Claves de una gestión pública del recurso hídrico. Una revisión de bibliografía. *Revista Gestión y Ambiente*, 14(1), 7 – 22. .
- CRA. (1997). *Análisis del sector de agua potable y el saneamiento en Colombia*. Bogotá: Comisión Reguladora de Agua - Departamento Nacional de Planeación Financiera de Desarrollo Territorial - Ministerio de Desarrollo Económico Ministerio de Medio Ambiente - Superintendencia de Servicios Públicos.
- DANE. (2008). «DANE:Nacimientos por área y sexo, según departamento y municipio de ocurrencia 2008». DANE.
- DANE. (2008). «DANE:Proyecciones de Población departamentales y municipales por área 2005 - 2020». Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. .
- DANE. (2008). *Población de Chiquinquirá*. Bogotá: Estadísticas del DANE- resultados oficiales del censo del 2005.
- DANE. (2010). «DANE:Defunciones por área y sexo, según departamento y municipio de ocurrencia 2007». Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. .



- DANE. (2010). «DANE:Defunciones por área y sexo, según departamento y municipio de ocurrencia 2008». Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. .
- DANE. (2010). «DANE:Nacimientos por área y sexo, según departamento y municipio de ocurrencia 2008». Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE.
- DANE. (2010). *Boletín: Curso general 2005. Perfil Chiquinquirá*. DANE.
- Delgado, S. T. (2013). La huella hídrica como una estrategia de educación ambiental enfocada a la gestión del recurso hídrico:ejercicio con comunidades rurales de villavicencio. *Revista Luna Azul*, 36, 70-77. DOI: 10.17151/luaz.2014.39.3 .
- Delgado, S. T. (2017). GESTIÓN DEL AGUA EN COMUNIDADES RURALES; CASO DE ESTUDIO CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA, META-COLOMBIA. *Luna Azul* ©Universidad de Caldas ISSN 1909-2474 .
- ELespectador. (22 de ENERO de 2016). Ordenan cierre de lavaderos de carros en Chiquinquirá por fenómeno de El Niño. págs.
<https://www.elespectador.com/noticias/nacional/boyaca/ordenan-cierre-de-lavaderos-de-carros-chiquinquira-feno-articulo-612347>.
- Eltiempo. (Recuperado el 21 de Mayo de 2017, de agosto de 2016). Chiquinquirá, una ciudad en "jaque" por la escasez de agua. págs. de
<http://www.eltiempo.com/colombia/otrasciudades/chiquinquira-sufre-por-agua-4665>.
- EMPOCHIQUINQUIRA E.S.P. (2018). *PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO*. Chiquinquirá: EMPRESA INDUSTRIAL Y COMERCIAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE CHIQUINQUIRA,.
- Eslava R., J. A., López G., V. A., & Olaya T., G. (1986). *Los climas de Colombia (Sistema de Caldas-Lang)*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Meteorología.
- ESPB. (11 de Octubre de 2017). SOLUCION A LA PROBLEMATICA DEL AGUA EN CHIQUINQUIRA, MAS CERCA QUE NUNCA. págs.
http://espb.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=855:solucion-a-la-problematika-del-agua-en-chiquinquira-mas-cerca-que-nunca&catid=14&Itemid=272.
- Etayo, F. (1967). *EL SISTEMA CRETACEO EN LA REGION DE VILLA DE LEIVA Y ZONAS PROXIMAS*. Bogotá: INGEOMINAS.



- Etayo, F. (1969). *Contorno Sucesivo del Mar Cretáceo en Colombia*. Bogotá. . Universidad Nacional de Colombia .
- García, J. (2005). *Liberalización y transformación en la industria colombiana*. Bogotá: Cuadernos de Investigación del SUI, 21- Universidad Autónoma de Colombia.
- García, J. (2007). *El comercio exterior y la insuficiencia productiva de*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia: . En Universidad Nacional de Colombia, Encuentro Nacional de Investigaciones en Posgrado (pp. 225-275).
- GEOSPATIAL LTDA. (2004). *REVISIÓN Y AJUSTE AL PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Chiquinquirá: ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHIQUINQUIRÁ.
- González, N. G. (2015). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL ESPEJO DE AGUA EN LA LAGUNA DE FÚQUENE PARA EL PERIODO DE 1985 A 2015*. Manizales: UNIVERSIDAD DE MANIZALES - ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.
- HSBNOTICIAS.COM. (10 de ENERO de 2016). Alerta en Boyacá, escasez del líquido vital en Chiquinquirá y 19 municipios más. págs. <https://hsbnoticias.com/noticias/local/alerta-en-boyaca-escasez-del-liquido-vital-en-chiquinquira-y-179203>.
- IDEAM. (2005). El índice de escasez de agua ¿Un indicador de crisis ó una alerta para orientar la gestión del recurso hídrico? *Revista de ingeniería 22 Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes*.
- IDEAM. (2008). *Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales no renovables en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Imprenta Nacional de Colombia. ISBN: 978-958-8067-24-7.
- IDEAM. (2014). *Condiciones hidroclimáticas actuales y predicción climática para los próximos meses*. Bogotá: Ministerio de medio ambiente.
- IDEAM. (2018). *A PESAR DE LAS LLUVIAS, COLOMBIA AFRONTARÁ LA OCURRENCIA DE UN FENÓMENO DE EL NIÑO DURANTE EL ÚLTIMO TRIMESTRE DE 2018 Y EL PRIMER SEMESTRE DE 2019*. Bogotá: IDEAM- <http://www.ideam.gov.co/documents/24277/623060/Comunicado+de+prensa+El+N+i%C3%B1o+2018-2019.pdf/f3fe32d7-a860-4779-94d7-9f653efbdb25>.



- IDEAM. (2018). *Continua evolución de condiciones cálidas en el pacífico tropical, asociadas con el probable Fenómenos del Niño para el mes de diciembre del 2018 y primer trimestre del 2019*. IDEAM.
http://www.pronosticosyalertas.gov.co/documents/78690/68387684/ENSO_IFN_DI_C_19_2018.pdf/389ad89a-156a-4a46-9459-74928dd2d1f3?version=1.1&previewFileIndex=1.
- IDEAM. (2018). *DISMINUCIÓN DE LAS LLUVIAS EN EL NORTE Y ORIENTE DE COLOMBIA EN EL ÚLTIMO MES EVIDENCIAN CONDICIONES ASOCIADAS A UNA OCURRENCIA DE UN FENÓMENO DE EL NIÑO PARA EL PRIMER SEMESTRE DE 2019*. Bogotá: IDEAM-
http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72137304/Comunicado+de+prensa+El+Nin~o+2018-2019_+NO.2_pl-converted.pdf/2b171f9d-67c5-4b22-bda1-0aa7d62d8fce.
- IDEAM. (2018). *Fenómeno de El niño y su posible ocurrencia en 2019*. IDEAM- Ministerio de salud y protección social.
- IDEAM. (2019). *Fenomeno del Niño*. Bogotá:
http://www.pronosticosyalertas.gov.co/pronosticos-alertas/fenomenos-el-nino-y-la-nina?p_p_id=110_INSTANCE_8joWMReTv53x&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_110_INSTANCE_8joWMReTv53x_struts_actio.
- IDEAM. (2019). *Se espera que continúe la evolución hacia condiciones cálidas en el océano pacífico*. Bogotá:
http://www.pronosticosyalertas.gov.co/documents/78690/79891177/ENSO_IFN_ENE_11_2019.pdf/a93b11f2-ed80-4ba0-9694-01385aef8317?version=1.0&previewFileIndex=1.
- IDEAM-UPME. (2006). *Atlas de viento y energía eólica en Colombia*. Bogotá D.C: Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales. (2005). *Atlas Climatológico de Colombia*. Bogotá D.C: Imprenta Nacional de Colombia.
- Julivert. (1968). *Léxique Stratigraphique International*. Colombia: Centre National de la Recherche Scientiphique (Paris), 5 (4a): 651.



- Keller, G., & Frischknecht, . (1966). *Electrical methods in geophysical prospecting*. New York: Pergamon Press, .
- LAFM. (20 de Diciembre de 2018). Alertan desabastecimiento de agua en Cundinamarca por fenómeno del niño. págs. <https://www.lafm.com.co/colombia/alertan-desabastecimiento-de-agua-en-cundinamarca-por-fenomeno-del-nino>.
- López, L. (2010). *TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DE LA INDUSTRIA EN COLOMBIA Y SUS REGIONES DESPUÉS DE LA APERTURA ECONÓMICA* . Bogotá: Cuadernos de Economía, 29(53).
- Martínez, F. E., Castillo V., L., Rojas B., E., Gómez-Latorre, D. A., & Aguilera G., E. (2017). Identificación de áreas de riesgo agroclimático para el sistema de ganadería de leche en el Valle de Ubaté y Chiquinquirá y Alto Chicamocha. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* , 170-183.
- Montoya, D., & Reyes, G. (2005). *Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá. Escala 1:100.000*. Bogotá: INGEOMINS.
- Moreno, G., & Sarmiento, G. (2002). *Estratigrafía Cuantitativa de las Formaciones Tablazo y Simití en las localidades de Sáchica (Boyacá) y Barichara - San Gil (Santander), Colombia* . Bogotá: - GEOLOGIA COLOMBIANA, 27, pp. 51-76, .
- NFPA 01, National Fire Protection Association (2009). Fire Code
- NFPA 13, National Fire Protection Association (2007). Standard for the Installation of Sprinkler Systems
- NFPA 20, National Fire Protection Association (2007). Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
- NFPA 22 National Fire Protection Association (2007). Standard for Water Tanks for Private Fire Protection
- Pabón , J. D., Zea, J., León, G., Hurtado, G., González, O. C., & Montealegre, J. E. (1998). La atmósfera, el tiempo y el clima . En M. y. Instituto de Hidrología, *El medio ambiente en Colombia* (págs. 35-91). Bogota D.C: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Medio Ambiente, República de Colombia.



- Patarroyo, P., & Murillo, M. (1997). *Nuevas Consideraciones en torno al Cabeceo del Anticlinal de Arcabuco, en cercanías de Villa de Leyva - Boyacá*. Bogotá: Geología Colombiana Volume 22, p. 27-34, 1997. eISSN 2357-3767. Print ISSN 0072-0992.
- Pineda, F. (2011). *Laguna de Fúquene: entre la agonía y la redención*.
- RCN. (04 de diciembre de 2018). Llegada del fenómeno a finales de diciembre y principios del 2019 de El Niño es inminente, advierte Minambiente. págs.
<https://www.rcnradio.com/estilo-de-vida/medio-ambiente/llegada-del-fenomeno-de-el-nino-es-inminente-advierte-minambiente>.
- Sánchez S R., J. F. (2010). *Precipitaciones*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Sanchez, F. (2013). *Gestión del recurso hídrico en Colombia*. Bogotá: Sociedad colombiana de Ingenieros .
- Secretaría de Desarrollo y Bienestar Social. (2013). *Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud de Chiquinquirá*. Chiquinquirá: Unidad de Vigilancia en Salud Pública.
- Servicio Geológico Colombiano . (1979). *GEOLOGÍA DE LAS PLANCHAS 170, VÉLEZ, 190 CHIQUINQUIRÁ, COLOMBIA*. Bogotá.
- Servicio Geológico Colombiano. (2005). *GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 190-CHIQUINQUIRÁ*. Bogotá D.C: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA.
- SGC. (2005). *GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 190-CHIQUINQUIRÁ*. Bogotá D.C: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA.
- Suarez, A. (2018). *PLAN DE ACCION - PLAN DE DESARROLLO, UNIDOS POR CHIQUINQUIRÁ*. Chiquinquirá: <http://chiquinquira-boyaca.gov.co/Conectividad/RendiciondeCuentas/Informe%20de%20Rendici%C3%B3n%20de%20Cuentas%202018.pdf>.
- SUPERSERVICIOS. (2015). *EVALUACIÓN INTEGRAL DE PRESTADORES EMPRESA INDUSTRIAL Y COMERCIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE CHIQUINQUIRÁ E.S.P.* Bogotá: SUPERINTENDENCIA DELEGADA PARA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO.



Terraza, R. (2004). *Significado facial y cartografía geológica de la Arenisca de Chiquinquirá en alrededores de la localidad tipo.* . Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Tesis de Maestría 218p. .

Torres, M. (2011). Dinámicas socio-espaciales por causa del fenómeno de la Niña en el valle de Ubaté y Chiquinquirá en el primer semestre del 2011. *Perspectiva Geográfica ISSN: 0123-3769 Vol. 16/ 2011* , pp. 83-102.

Ulloa, C. y. (1991). *Memoria explicativa de la Plancha 190-Chiquinquirá.* Bogotá D.C.: INGEOMINAS .

Ulloa, C., & Rodríguez, E. (1978). *Mapa geológico preliminar de la Plancha 170-Vélez. Publicada en 1984. Escala 1:100.000.* Bogotá: INGEOMINAS.

UNESCO. (2011). *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo.* Terrassa, España: Universidad Pontificia de Cataluña.

USAID - USFS. (2016). *ANÁLISIS SECTORIAL AGUA.* Programa Desarrollo Resiliente Bajo en Carbono USAID/USFS.

WRADIO. (5 de ENERO de 2016). Sin agua 20.000 habitantes del municipio de Chiquinquirá, Boyacá. págs. <http://www.wradio.com.co/noticias/regionales/sin-agua-20000-habitantes-del-municipio-de-chiquinquira-boyaca/20160105/nota/3031083.aspx>.

Zamarreño, D. J. (1963). *Estudio Petrográfico de las Calizas de la Formación Rosablanca de la Región de la Mesa de los Santos.* Universidad industrial de Santander. Núm. 15 (1963): Boletín de Geología .

LISTA DE ANEXOS:

ANEXO 1. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

ANEXO 2. MAPA DE CUENCA RÍO CHIQUINQUIRÁ.

ANEXO 3. MAPA HIDROGEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.