	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA:1 de 7

16

FECHA	07 10 2020
--------------	------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Girardot- Cundinamarca

UNIDAD REGIONAL	Seccional Girardot
------------------------	--------------------

TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
--------------------------	------------------

FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
-----------------	------------------------

NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
---	----------

PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental
---------------------------	----------------------

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Guzmán Orjuela	Yazmín Lizeth	1105691568

Director (Es) y/o Asesor (Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Cruz Cuellar	Héctor Fabio

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA:2 de 7

TÍTULO DEL DOCUMENTO

Disponibilidad del recurso hídrico y su relación con los problemas de acceso al agua potable en el Municipio de el Espinal (Tolima), 2020.

SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

14/08/2020

NÚMERO DE PÁGINAS

75

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Disponibilidad hídrica	water availability
2. Oferta hídrica	water supply
3. Demanda hídrica	water demand
4. Cuencas hidrográficas	watersheds
5. Balance hídrico	hydric balance
6. Agua potable	drinking water



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA:3 de 7

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Esta investigación se basa en abordar los temas relacionados a la disponibilidad hídrica y los problemas de acceso al agua potable en el municipio de El Espinal, teniendo en cuenta que el municipio carece de información o estudios acerca del comportamiento, distribución y abastecimiento del recurso hídrico, además de los métodos para el cálculo de dichas variables, la información fue recopilada a través de una revisión bibliográfica, informes, uso de plataformas de bases científicas, etc. Con el fin de tener una idea general de la situación actual del municipio y su fuente de abastecimiento hídrico, de acuerdo a esto, se evidencio que el municipio tiene comunidades con problemas de acceso al agua potable, como en la zona rural las veredas Guadalejo, Canastos, Coyarcó, Caimanera, Patio bonito, La Morena, Dindalito y en la zona urbana los barrios La nacional y Primero de mayo siendo estos de importancia para la toma de acciones o medidas para la gestión integral del recurso hídrico, para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio

This research is based on addressing issues related to water availability and problems of access to drinking water in the municipality of El Espinal, taking into account that the municipality lacks information or studies about the behavior, distribution and supply of water resources, In addition to the methods for calculating these variables, the information was compiled through a bibliographic review, reports, use of scientific-based platforms, etc. In order to have a general idea of the current situation of the municipality and its source of water supply, according to this, it was evidenced that the municipality has communities with problems of access to drinking water, such as in the rural area the Guadalejo villages, Canastos, Coyarcó, Caimanera, Patio Bonito, La Morena, Dindalito and in the urban area the neighborhoods La nacional and Primero de Mayo, these being important for taking actions or measures for the integral management of water resources, for the improvement of the quality of life of the inhabitants of the municipality



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA:4 de 7

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA:5 de 7

(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI __NO__X.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN


Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA:6 de 7

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16 PAGINA:7 de 7

CreativeCommons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia CreativeCommons Atribución- No comercial- Sin derivar.




Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (Ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Disponibilidad del recurso hídrico y su relación con los problemas de acceso al agua potable en el Municipio de el Espinal (Tolima), 2020.	Texto

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Guzmán Orjuela Yazmin Lizeth	

21.1-51.20

**DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO Y SU RELACIÓN CON LOS
PROBLEMAS DE ACCESO AL AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE EL
ESPINAL (TOLIMA), 2020.**

Yazmin Lizeth Guzmán Orjuela.

Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Programa de Ingeniería Ambiental
Seccional Girardot
2020

**DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN RELACIÓN CON LOS
PROBLEMAS DE ACCESO AL AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE EL
ESPINAL (TOLIMA), 2020.**

Yazmin Lizeth Guzmán Orjuela

Trabajo de grado modalidad monografía, presentado como requisito para optar el título de
ingeniería ambiental

Héctor Fabio Cruz Cuellar
DIRECTOR
Docente

Universidad de Cundinamarca.
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Programa de Ingeniería Ambiental.
Seccional Girardot
2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR

JURADO

JURADO

Girardot, _____, 2020.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios, por fortalecerme y guiarme en cada obstáculo que se presentaba en este proceso académico.

A mis padres Alfonso Guzmán Méndez y Rosalba Orjuela Gómez por apoyarme desde que tome la decisión de amar esta carrera, por cada esfuerzo y trabajo que pasaron por sacarme adelante, por ser el motor de mi vida, sin ellos esto no sería posible, a mis hermanas y mi pareja como base fundamental y apoyo incondicional en este proceso.

A mi familia en general, por todo el apoyo y colaboración brindada durante el transcurso de toda mi carrera.

Al docente y director Héctor Fabio Cruz Cuellar, por el apoyo, dedicación y la asesoría brindada para poder culminar este trabajo.

A la Universidad de Cundinamarca, por haberme dado la oportunidad de ingresar a esta Institución y tener la oportunidad de crecer como persona y profesional.

Abstract

Esta investigación se basa en abordar los temas relacionados a la disponibilidad hídrica y los problemas de acceso al agua potable en el municipio de El Espinal, teniendo en cuenta que el municipio carece de información o estudios acerca del comportamiento, distribución y abastecimiento del recurso hídrico, además de los métodos para el cálculo de dichas variables, la información fue recopilada a través de una revisión bibliográfica, informes, uso de plataformas de bases científicas, etc. Con el fin de tener una idea general de la situación actual del municipio y su fuente de abastecimiento hídrico, de acuerdo a esto, se evidencio que el municipio tiene comunidades con problemas de acceso al agua potable, como en la zona rural las veredas Guadalejo, Canastos, Coyarcó, Caimanera, Patio bonito, La Morena, Dindalito y en la zona urbana los barrios La nacional y Primero de mayo siendo estos de importancia para la toma de acciones o medidas para la gestión integral del recurso hídrico, para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio.

Contenido

1. Introducción e información general	9
1.1. Introducción.....	9
1.2. Justificación.....	11
1.3. Objetivos	13
1.3.1. Objetivo general	13
1.3.2. Objetivos específicos.....	13
1.4. Diseño metodológico	14
1.5. Marco normativo y/o legal	16
Estado del arte	19
CAPITULO I	21
2.1. Recurso hídrico.....	21
2.2. Recurso hídrico subterráneo	23
2.3. Recurso hídrico superficial	24
2.4. Ciclo hidrológico	24
2.5. Cuenca hidrográfica.....	26
2.6. Tipos de cuencas	28
2.7. Partes de una cuenca	29
2.8. Amenazas de las cuencas hidrográficas	30
CAPITULO II.....	32
3.1. Abastecimiento del recurso hídrico para consumo humano	32
3.2. Disponibilidad hídrica	34
3.3. Clasificación de la disponibilidad hídrica.....	35
3.4. Oferta y demanda hídrica.....	36
3.5. Escasez del recurso hídrico.....	37
3.6. Gestión integral del recurso hídrico (GIRH)	39
3.7. Áreas prioritarias.....	41
3.8. Problemas de acceso al agua potable	41
3.9. Causas de la escasez de agua	47
3.10. Consecuencias de la escasez de agua	48
3.11. Valoración económica del agua	49
CAPITULO III	50
Municipio de El Espinal	50
4.2. climatología	53

4.3 Demografía	53
4.4 Economía	54
4.5. Hidrología del municipio	56
4.6. Infraestructura vial y de transporte	57
4.7. Delimitación del perímetro urbano.....	57
4.8. Servicios públicos: acueducto y alcantarillado.....	59
4.9. Distrito de USOCOELLO	62
4.10. Abastecimiento hídrico en el municipio.....	62
4.11. Escasez hídrica en el municipio de El Espinal	63
4.12. Causas de problemas de acceso al agua potable en el municipio	66
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
Bibliografía.....	70
ANEXO 1.....	74

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Esquema metodológico	15
Ilustración 2 Marco metodológico.....	16
Ilustración 3. Agua superficial y subterránea	22
Ilustración 4. Ciclo hidrológico	25
Ilustración 5 Cuenca hidrográfica	26
Ilustración 6 esquema del sistema natural de la cuenca hidrográfica.....	28
Ilustración 7. Partes de una cuenca hidrográfica	29
Ilustración 8. Esquema general de un sistema de acueducto	32
Ilustración 9. Clasificación de disponibilidad hídrica	36
Ilustración 10. Escasez física y/o económica de agua a nivel mundial	38
Ilustración 11 Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico	40
Ilustración 12 Enfermedades transmitidas por agua en Colombia	43
Ilustración 13. Extención de superficie	51
Ilustración 14. barrios del área urbana.....	51
Ilustración 15. Veredas del área rural	52
Ilustración 16. Población según zonas. 2011-2015	53
Ilustración 17 Localización de la cuenca del río Coello.....	57
Ilustración 18 Perímetro urbano del Municipio de El Espinal (PBOT)	58
Ilustración 19. Perímetro urbano del Corregimiento Chicoral en el Municipio de El Espinal (PBOT)	58
Ilustración 20. Información general del municipio- acueducto	59

1. Introducción e información general

1.1.Introducción

El uso del agua ha venido aumentando un 1% anual en todo el mundo desde los años 80 del siglo pasado, impulsado por una combinación de aumento de la población, desarrollo socioeconómico y cambio en los modelos de consumo, es por esta razón que tres de cada diez personas no tienen acceso a agua potable segura, seis de cada diez personas no tienen acceso a servicios de saneamiento seguros (ONU, 2014).

La oferta hídrica subterránea y superficial con la que se cuenta en Colombia para suplir las necesidades de todos los usuarios, ya sean productores agrícolas, industrias, acueductos, termoeléctricas, incluso la población civil, está cada vez más variable en las diferentes regiones del país (Ramirez, 2017), así mismo el consumo básico de agua potable en Colombia es de 20 m³ /vivienda-mes, equivalente a 133 litros/habitante –día, y aproximadamente el 92,4 % tiene cobertura al servicio de acueducto (Minvivienda, 2018).

Sin embargo, a pesar de existir la infraestructura para abastecer a las comunidades de agua para consumo humano, ya existen problemas relacionados con el recurso hídrico, tal como se detalla a continuación.

En el país, en los marcos legales existen diversos factores que no permiten una adecuada gestión sustentable del agua, entre los cuales se destacan: el desconocimiento del valor estratégico del agua, la debilidad y falta de jerarquía institucional del sector ambiental ante los diferentes estamentos de desarrollo del país. Dentro del mismo sector ambiental existe una completa descoordinación del trabajo a desarrollar desde su dirección en el ministerio del medio ambiente, hasta el nivel regional (Corporaciones Autónomas Regionales y entes territoriales), la descentralización al nivel municipal, sin gradualidad, sin apoyo técnico y humano y sin la reglamentación apropiada, han permitido que decisiones fundamentales

en materia de gestión de recursos hídricos, servicios públicos y ordenamiento territorial, sean tomadas (o no) por los alcaldes municipales (Cardona, Análisis de las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento , 2014).

El desconocimiento de la distribución hídrica y las incógnitas en cuanto a la situación actual del agua afectan a las comunidades del país y amenazan su desarrollo, además de esto, la falta de compromiso en la gestión del recurso hídrico (Eduardo & Arias , 2020).

Según Cortolima (2013) la oferta hidrica superficial en el municipio de el Espinal es el rio Coello con 31,2 m³ /s (6%), en la oferta hídrica subterránea el grupo espinal se han encontrado pozos de buen rendimiento y una disposición a poca profundidad, por lo que su explotación puede ser rentable.

Se puede decir, entonces, que los problemas de acceso al agua surgen cuando se relaciona la disponibilidad y accesibilidad del recurso en relación con la distribución de las comunidades.

Por lo anterior,es importante abordar temas como la oferta hidrica en relacion con los problemas de acceso al agua potable en el mucipio de el Espinal, relacionando la disponibilidad, accesibilidad y distribucion de la comunidad, con el fin de tener una visión actual de la situación, como medio de soporte para futuras investigaciones y para mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.

1.2. Justificación

Uno de los principales problemas que padece la humanidad se encuentra relacionado con la escasez o disponibilidad hídrica para el consumo humano (Aguilar, 2016), y en el caso puntual del municipio de El Espinal, se han encontrado deficiencias en el manejo del recurso por la escasa tecnología cualificada para estos oficios, malos diseños, falta de mantenimiento en los pozos y problemas de funcionamiento de los equipos.

Es por esta razón que se lleva a cabo este documento monográfico con el fin de identificar la situación actual del municipio de El Espinal en relación con la disponibilidad hídrica y los problemas para el acceso de agua potable, teniendo en cuenta conceptos básicos relacionados en el tema.

Del agua depende la salud y el desarrollo de las actividades cotidianas del ser humano, y el abastecimiento del recurso hídrico es considerado como un derecho humano. Es por esta razón que es de suma importancia garantizar el acceso al agua en las comunidades (Angarita, 2012).

Sin embargo, el departamento de Tolima cuenta con 47 municipios los cuales reportaron información de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en el SIVICAP. De este modo fueron registradas 1.324 muestras lo cual arrojó un IRCA (índice de riesgo de la calidad del agua) consolidado para el departamento de 26,6 considerándose riesgo medio. El 27,7% (13) de los municipios tuvieron agua sin riesgo, el 36,2% (17) riesgo bajo, el 10,6% (5) riesgo medio, el 14,9% (7) riesgo alto y el 10,6% (5) presentó agua inviable sanitariamente.

De acuerdo a dichos registros (anexo 1) el municipio de El Espinal presento 41 muestras y obtuvo un IRCA (índice de calidad del agua) del 1.3. de este modo se encuentra dentro de

los 13 municipios del departamento que presentan agua sin riesgo, aunque no es un factor por el que preocuparse, deben tener en cuenta aspectos como la disponibilidad y distribución del recurso (Inca, 2017).

Con respecto a lo anterior, se debe manejar e investigar a profundidad dichos temas para el beneficio de la comunidad y el cuidado del agua en el municipio de El Espinal.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar la influencia de la disponibilidad hídrica y su relación con los problemas de acceso al agua para consumo humano en el municipio del Espinal.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar la disponibilidad hídrica (oferta y demanda) y sus componentes en cuencas hidrográficas
- ✓ Describir la escasez del agua y conceptos relacionados con la oferta y demanda hídrica
- ✓ Analizar los problemas de acceso al agua para consumo humano según la disponibilidad hídrica en el municipio de El Espinal.

1.4.Diseño metodológico

Descripción del tema o área de estudio

El área de estudio se ubica en el departamento del Tolima (ver mapa. 1), municipio de El Espinal, sobre la región biogeográfica del Valle Magdalena, Subregión Alto Magdalena (Pizano y García 2014), donde predomina la zona de vida Bosque Seco Tropical (BST) según Holdridge (1978). Posee un rango altitudinal que varía entre los 323 a los 650 msnm; tiene una extensión de 231 km², el área urbana representa el 0,55% del total del área del municipio de 666.684 ha (6650, km²). La temperatura media anual es entre 26 °C y 38 °C. El municipio cuenta con una precipitación de 1500 mm por año y se observa un comportamiento bimodal. Referente a la clasificación ecológica del municipio, se encuentra conformado por el gran bioma de Bosque Seco Tropical (IGAC, 2012).

La cuenca mayor del río Coello desde su nacimiento hasta su desembocadura, posee una longitud de 124,760 Km. en la cual sus aguas corren en sentido occidente - oriente, drenando una extensión de 184.257,1 ha correspondientes al 7.8% aproximados del área total del Departamento del Tolima.

Métodos, técnicas y/o instrumentos de análisis

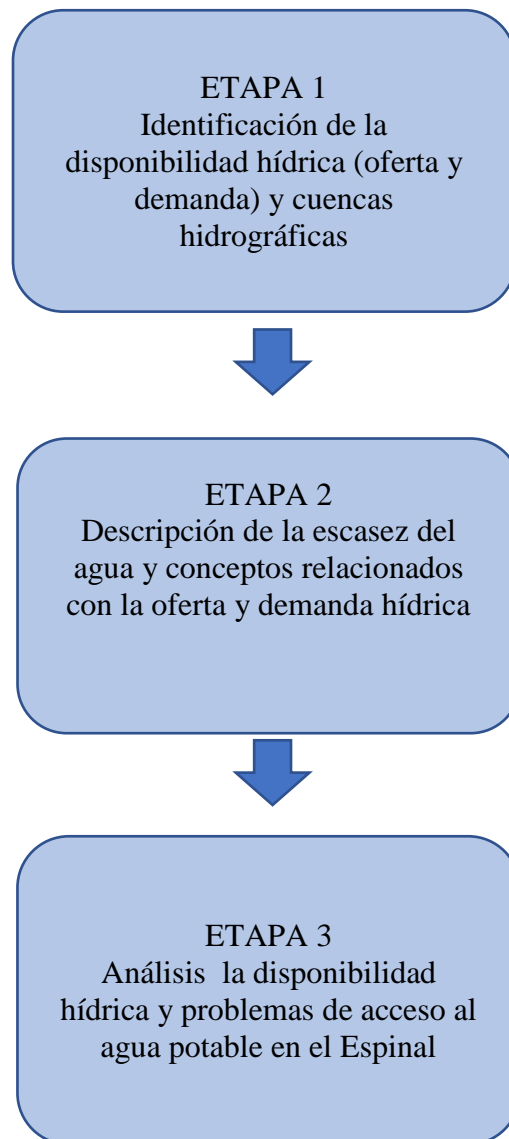
Plataformas de bases científicas: Mediante plataformas como Scielo, Google académico, documentos e informes de universidades, informes y planes de entidades regionales, se investiga de acuerdo a la temática desarrollada en el documento.

Metodología

La primera etapa consiste en la recopilación de información acerca de la disponibilidad hídrica y sus componentes en cuencas hidrográficas, que es la información base para el

desarrollo de la investigación. En la segunda etapa se describe la escasez del agua y los conceptos relacionados con la oferta y demanda hídrica. En la tercera etapa se busca conocer las características de la disponibilidad del recurso hídrico, así como su distribución en el municipio de El Espinal y con el fin de reconocer que áreas o barrios son afectados por la falta de acceso al agua potable.

Ilustración 1 Esquema metodológico



1.5.Marco normativo y/o legal

Ilustración 2 Marco metodológico

NORMA	ALCANCE
Constitución Política Artículos 49 y 80	La Constitución establece que la atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos que deben ser garantizados con eficiencia, universalidad y solidaridad.
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1449 de 1977	Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del Artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974.
Decreto 1541 de 1978 - Decreto 2858 de 1981	Decreto 1541 de 1978 - Decreto 2858 de 1981 Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. - Trámite para obtención de la Concesión de Aguas
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias
Ley 99 de 1993	Crea el Sistema Nacional Ambiental.
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras Disposiciones.
Ley 373 de 1997	Por el cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua.
Decreto 3102 de	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en

1997	relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua
Resolución 1096 de 2000	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
Decreto 1729 de 2002	Por el cual se reglamentan los POMCAS
Decreto 155 de 2004	Por el cual se reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
Resolución CRA 315 de 2005	Resolución CRA 315 de 2005 Por medio de la cual se establecen las metodologías para clasificar las personas de acueducto, alcantarillado y aseo de acuerdo con un nivel de riesgo financiero.
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Decreto 1480 de 2007	Por el cual se hace la priorización de cuencas
Decreto 1323 de 2007	Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico, SIRH.
Decreto 1480 de 2007	Por el cual se priorizan a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuencas hidrográficas y se dictan otras Disposiciones
Circular Externa SSPD 000003 de	Medidas preventivas y contingentes para asegurar la calidad y continuidad en la prestación de los servicios públicos de acueducto

2007	y alcantarillado.
Decreto 5051 de 2009	Busca incentivar el uso eficiente y ahorro del agua en los casos en que se presente disminución en los niveles de precipitación ocasionados por fenómenos naturales
Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico 2010	Por el cual se busca la sostenibilidad del recurso hídrico
Decreto 303 de 2012	Por el cual se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico.
Decreto 1040 de 2012	Por el cual se reglamenta la Ley 1176 de 2007 en lo que respecta a la participación para Agua Potable y Saneamiento Básico del Sistema General de Participaciones.
Decreto 2246 de 2012	Por el cual se reglamenta el Artículo 21 de la Ley 1450 de 2011 y se dictan otras Disposiciones. Programa Agua y Saneamiento para la Prosperidad - Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento PAP-PDA.
Decreto 953 de 2013	Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011, dispuso que los Departamentos y Municipios dedicarán un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los

	acueductos municipales.
Resolución 865 de 2004	“Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones

Estado del arte

Durante el siglo XX, los primeros lineamientos explícitos de política para el manejo del recurso hídrico se dieron con el decreto 1381 de 1940, expedido por el entonces Ministerio de Economía Nacional, que trataba sobre el aprovechamiento, conservación y distribución de aguas nacionales de uso público. Según el Ideam (2018) la hidrografía colombiana es una de las más extensas y ricas de América Latina, contando en la actualidad con el 5% del recurso hídrico del planeta, sin embargo, esta oferta hídrica no se encuentra repartida de manera regular en el territorio colombiano

Para Cortolima (2014), en la actualidad, aproximadamente el 75% de la población se ubica en las áreas urbanas de los municipios, por lo que garantizar el abastecimiento hídrico de las cabeceras municipales y centros urbanos es una tarea fundamental en cualquier proceso de gestión del recurso hídrico, de esta manera, según el índice de aridez medio anual, el país se divide en cinco grupos que indican la disponibilidad del recurso en cada uno de ellos, lo anterior muestra cómo la abundancia hídrica es relativa porque está determinada por las limitaciones temporales y espaciales que presentan los regímenes hídricos característicos del país (Alvarez & Ruiz, 2019).

En el contexto del debate actual sobre cambio climático, el riesgo de escasez hídrica a futuro se vincula a la variabilidad hídrica, y, por ende, de las demandas y su gestión, es

muy importante reconocer la inminencia y relevancia de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos (Cortolima, 2008).

Por otro lado, es necesario destacar que la distribución heterogénea de la oferta de agua de la población y de las actividades económicas en las diferentes regiones del país, hacen que la relación oferta y demanda sea menos favorable en aquellas zonas donde los rendimientos hídricos son menores y mayores las concentraciones de demanda. Esta situación unida a que más del 80% de los asentamientos urbanos de los municipios se abastecen de fuentes muy pequeñas, de baja capacidad de regulación como: arroyos, quebradas, riachuelos, etc., sin sistemas de almacenamiento, hacen que una buena parte de la población sea altamente vulnerable (Ambiente, 2010).

Dentro de las posibles causas de los problemas al acceso al agua potable en la mayoría de los municipios de la zona andina, está el vertimiento directo de aguas residuales a los cuerpos de agua ubicados dentro del perímetro urbano, además de esto los hogares que no cuentan con sistemas adecuados de abastecimiento o tratamiento de aguas recurren a servicios alternativos como fuentes públicas, pozos individuales, conexiones ilegales a la red pública o directamente a los ríos (CRA, 2018).

La mayoría de estas soluciones representan altos costos para los usuarios y no garantizan la calidad del agua, poniendo en riesgo la salud de la población, especialmente de los niños y adultos mayores (CRA, 2018).

De igual forma el déficit de agua genera problemas de disponibilidad, desabastecimiento y racionamiento de agua con sus consecuentes efectos nocivos sobre la calidad de vida de la población y sus actividades económicas (Ideam, 2018).

Es por esta razón que el río Coello presenta vital importancia en el desarrollo del departamento del Tolima. Dentro de su cuenca se encuentran localizadas las fuentes

abastecedoras de los cascos urbanos de los municipios de Cajamarca (Quebradas Chorros Blancos y Dos Quebradas), Ibagué (Río Combeima y quebrada Cay), El Espinal (Río Coello), Flandes y de otros centros habitacionales de menor densidad poblacional.

Según estudio realizado por Cortolima (2014) para la determinación de la oferta hídrica superficial de la cuenca mayor del río Coello se realizó el método del número de curva (NC), recopilaron información pertinente. Con la información recolectada, implementaron la metodología del número de curva, a través del modelo de Simulación hidrológico caudal y se obtuvo la oferta hídrica para las diferentes cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la gran cuenca del río Coello. De conformidad con los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de simulación hidrológica caudal³, la cuenca mayor de río Coello posee una oferta hídrica total de 31.24756 m³ /s, que corresponde al valor de su caudal medio. Las mayores cuencas aportantes son las cuencas de los ríos Negro y Cunday con ofertas hídricas totales de 21,99103 y 20,43674 m³ /s respectivamente (Cortolima, 2014).

CAPITULO I

2.1. Recurso hídrico

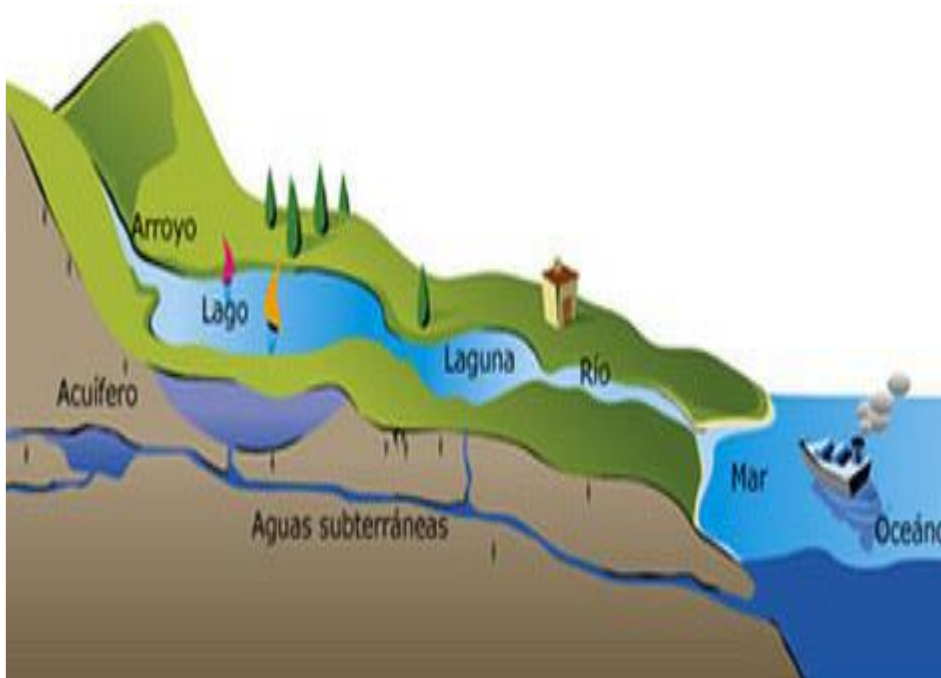
Cuando se habla de recurso se refiere a materia prima o un bien que se utiliza con un objetivo específico, cuando el agua es utilizada para satisfacer las necesidades humanas es considerada como un recurso (Fao, 2014)

Acuerdos realizados por la organización de las naciones unidas tales como (Cumbre para la tierra, 1992), (Conferencia de las naciones unidas sobre el agua, 1977), entre otros reconocen como derecho humano el acceso a una cantidad de agua suficiente para el uso doméstico y personal, de igual forma la ONU (2014) reconoce el agua como un factor determinante en el desarrollo económico y social, al mismo tiempo, cumple la función básica de mantener la integridad del entorno natural.

En 2010 se expidió la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, en la cual se establecen los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción para el manejo de este recurso en el país (Minambiente, 2019).

El recurso puede dividirse en subterráneo y superficial (véase figura 3). El recurso superficial se puede encontrar en ríos o arroyos, es el agua que proviene en su mayoría de la precipitación y escurre de forma superficial sobre el territorio. Por otro lado, el recurso subterráneo es el que se encuentra bajo la superficie de la tierra, se infiltra en el subsuelo y se localiza entre las partículas del suelo o entre superficies rocosas (GreenFacts, s.f.).

Ilustración 3. Agua superficial y subterránea



Fuente: (GreenFacts, s.f.)

2.2. Recurso hídrico subterráneo

El agua subterránea constituye un recurso del subsuelo que brinda oportunidades de desarrollo a la sociedad, además de ser una alternativa para consumo humano en las zonas con demanda de agua potable y útil para llevar a cabo proyectos agroindustriales, mineros y de hidrocarburos. El agua subterránea representa más del 30% de las reservas de agua dulce del planeta (SDA, 2018).

Las aguas subterráneas en Colombia constituyen un recurso que día a día adquiere mayor importancia, pues son reconocidas tanto por ser fuentes alternas de aprovechamiento en cuencas con acceso limitado de aguas superficiales, como por su influencia en obras civiles, túneles y carreteras y proyectos mineros, entre otros. En términos generales, se identifican en Colombia 16 provincias hidrogeológicas que alojan sistemas acuíferos multicapas con condiciones favorables para su explotación (ENA, 2014)

2.3. Recurso hídrico superficial

Es la proveniente de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas (Dasso, Pivano, Pasquini, & Cordoba, 2014).

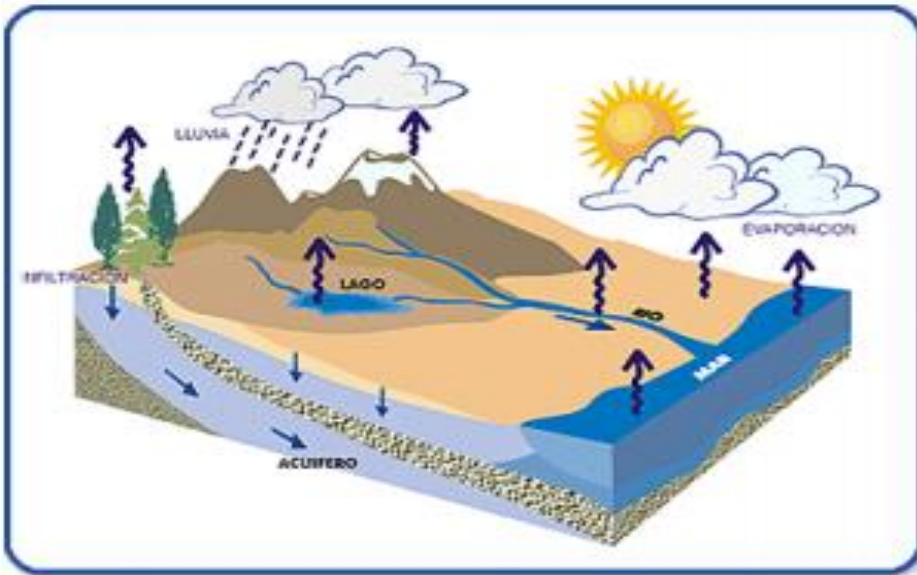
La oferta hídrica superficial del volumen total anual de precipitación en Colombia que se tomó (ENA, 2014) es de 3.267 km³, el 62% se convierte en escorrentía superficial, equivalente a un caudal medio de 63.789 m³/s, correspondiente a un volumen de 2.025 km³ al año.

2.4. Ciclo hidrológico

El ciclo del agua o ciclo hidrológico es el proceso mediante el cual se realiza el abastecimiento de agua para las plantas, los animales y el hombre. Su fundamento es que toda gota de agua, en cualquier momento en que se considere, recorre un circuito cerrado

La atmósfera contiene al agua en forma de vapor y de nube que proviene, casi en su totalidad, del agua evaporada en el mar. Esta humedad se transporta por los diversos sistemas de vientos hacia los continentes, en donde se precipita en forma líquida, sólida o de condensación. Del agua que cae (precipitación), una parte vuelve a la atmósfera bien por evaporación directa o por la transpiración de la vegetación (evapotranspiración); otra parte escurre por la superficie (escorrentía superficial) (Maderey & Jimenez, 2009).

Ilustración 4. Ciclo hidrológico



Fuente: (Maderrey & Jimenez, 2009)

El concepto de ciclo hidrológico es simple, pero el fenómeno que describe es complejo. Aunque el volumen total de agua global permanece constante, la distribución cambia continuamente en océanos y continentes, regiones y cuencas. Paralelamente, a medida que la civilización avanza, las actividades humanas introducen modificaciones que alteran el equilibrio dinámico del ciclo natural del agua. Se inician nuevos procesos y eventos que modifican su distribución espacial, temporal y también la calidad. A estos procesos y eventos se los denomina ciclo ambiental del agua (Aquabook, 2016).

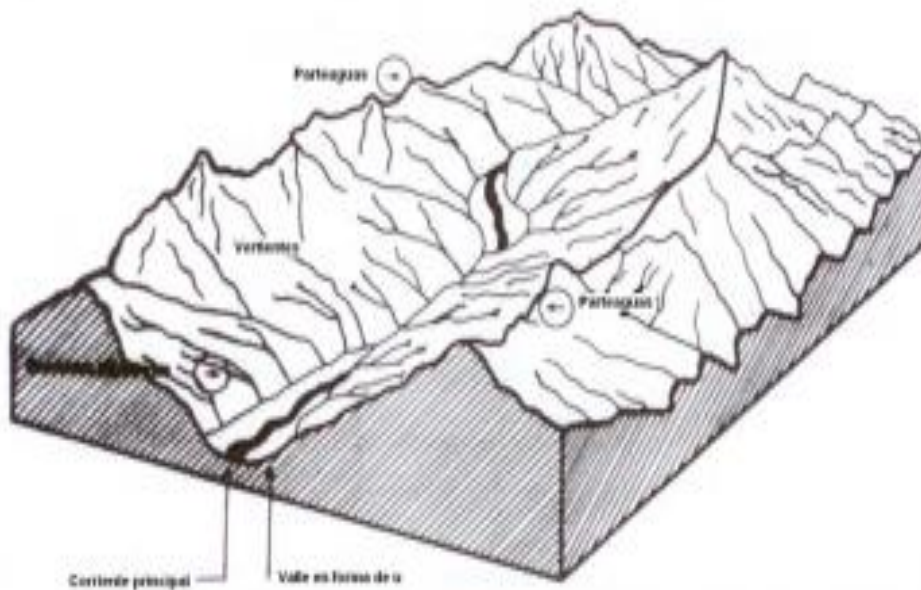
Dicho esto, es necesario tener un conocimiento básico del ciclo hidrológico que determina el estado actual del recurso hídrico, así como la presión por la demanda del mismo, teniendo en cuenta su distribución espacial y temporal, que permita establecer lineamientos a seguir para su protección, y que sirva de base a los usuarios del recurso y planificadores, para considerar su uso y disponibilidad en proyectos actuales y futuros.

2.5. Cuenca hidrográfica

Según el ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible por medio del decreto 1729 de (2002) define una cuenca hidrográfica como una “cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”.

La cuenca hidrológica (véase figura 5), conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos; está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas, por microcuencas. Las partes físicas más importantes que constituyen a la cuenca son: parteaguas, vertientes, valle o cuenca baja y red de avenamiento o drenaje.

Ilustración 5 Cuenca hidrográfica



Fuente: (Maderey & Jimenez, 2009)

Esta unidad territorial, tomada en forma independiente, o interconectada con otras, es la más aceptada para la gestión integrada de los recursos naturales, especialmente los hídricos. En este sentido, aunque es un territorio delimitado naturalmente, la cuenca hidrográfica posee connotaciones amplias dependiendo de los objetivos que se persiga (García, 2015). Los intereses perseguidos determinan, de algún modo, su definición y caracterización, y por consiguiente la ordenación de su territorio y el manejo de sus recursos naturales. En sentido general, la cuenca hidrográfica puede considerarse como:

a) Un área que es fuente de recursos hidráulicos, en la cual debe haber un manejo planificado de los recursos naturales y de la preservación del ecosistema. El manejo de los recursos naturales de la cuenca es un complemento de la acción de administración del agua (García, 2015).

b) Un espacio ocupado por un grupo humano, que genera una demanda sobre la oferta de los recursos naturales renovables y realiza transformaciones del medio. Bajo esta perspectiva, las acciones que se ejecutan para la gestión y manejo de recursos naturales son las mismas acciones que se ejecutan en un programa de desarrollo regional aplicado al espacio de la cuenca hidrográfica.

c) Un sistema organizado de relaciones complejas tanto internas como externas. Es un sistema contenido dentro de otro sistema (ambiente) constituido por las interacciones de otros subsistemas (biofísico, social, económico, etc.), cuyo fin principal es producir bienestar a la sociedad que la gobierna (cantidad y calidad de agua, energía, insumos, alimentos, recreación, etc.). En la ilustración 6, se esquematiza el sistema natural de la cuenca hidrográfica (García, 2015).

Ilustración 6 esquema del sistema natural de la cuenca hidrográfica



Fuente: *sistema complejo de la cuenca hidrográfica* (García, 2015).

2.6. Tipos de cuencas

Exorreicas: corresponde a las aguas que descargan en los océanos de manera independiente o a través de un colector común.

Endorreicas: corresponde a los ríos que no tienen salida hacia los mares y se pierden en la parte continental, en lagunas o tierras pantanosas o desaparecen de la superficie por infiltración.

Arreicas: corresponde a las cuencas que carecen de cursos de agua o en las que es muy difícil determinar la divisoria de aguas debido a su lento escurrimiento. Las aguas se evaporan o se infiltran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje (Aquabook, 2016).

2.7. Partes de una cuenca

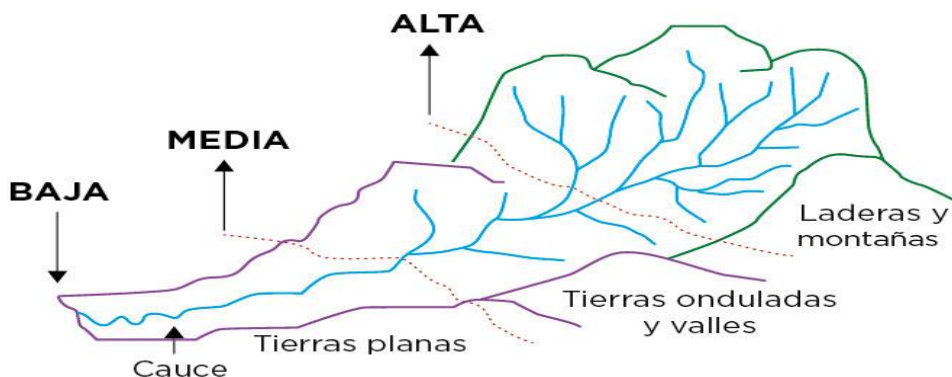
La cuenca alta: corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros limitadas en su parte superior por líneas divisorias de aguas. En esta zona las pendientes resultan elevadas, los valles estrechos y los procesos fluviales que prevalecen son erosivos.

La cuenca media: es la zona donde el cauce principal mantiene un curso más definido. La pendiente es menos abrupta que la anterior y los procesos erosivos son más moderados.

La cuenca baja: es la zona donde se produce un cambio abrupto de pendiente, el río desagua o desemboca en zonas bajas. El trazado del curso es divagante o sinuoso. Aquí prevalece el proceso de sedimentación.

Si analizamos el relieve que generalmente está asociado a un río, al desagregarlo en tramos, podemos identificar la disponibilidad, funcionalidad y el comportamiento del recurso agua en su trayecto como parte de la cuenca (Aquabook, 2016).

Ilustración 7. Partes de una cuenca hidrográfica



Fuente: (Aquabook, 2016)

2.8. Amenazas de las cuencas hidrográficas

Los ecosistemas de las cuencas hidrográficas son relativamente inestables y firmes. A lo largo de la historia hay pocos casos de colapsos de una cuenca debido a las actividades humanas. Sin embargo, a partir del siglo XX, el desarrollo insostenible ha puesto en peligro la ecología de las cuencas (Fao, Riesgos y amenazas para las cuencas, s.f.).

El crecimiento demográfico local, en muchos casos para sostener a una población en constante crecimiento lleva consigo la tala de bosques, la explotación maderera a lo que se atribuye la degradación de las cuencas; la pérdida de cobertura forestal ha incrementado la erosión río arriba y la sedimentación río abajo. Estos cambios hacen que las cuencas pierdan la capacidad de regular la escorrentía. En consecuencia, los suelos se vuelven más áridos, provocando inundaciones estacionales (Fao, Riesgos y amenazas para las cuencas, s.f.).

Otra amenaza de la degradación de las cuencas son las obras de ingeniería hidráulica mal concebidas, esta actividad implica llenar los embalses durante la época de lluvias y desocuparlos durante las épocas secas. La creación de embalses, no obstante, si bien permite regular los caudales aguas abajo, incrementa las pérdidas por evaporación en la superficie libre, reduciendo el volumen medio anual de escorrentía, efecto que puede llegar a ser muy importante en embalses de gran superficie bajo climas cálidos y secos. Las presas, además, tienen un alto grado de incompatibilidad con la pesca, por el obstáculo que representan a la migración de los peces (Rusyanto, 2019).

Existe además una situación indeseable por la falta de cumplimiento de la normativa legal vigente en materia ambiental, como consecuencia de la débil penalización del daño

ecológico, el inefectivo ejercicio de mecanismos de vigilancia y control, la venalidad que se observa en el otorgamiento de permisos.

El cambio climático también atribuye a la degradación de las cuencas, dado que los glaciares y las nieves perennes se derriten rápidamente y disminuyen las reservas de agua dulce, lo que modifica los caudales de río abajo, además de la transformación de la vegetación cambiando las temperaturas y la disponibilidad del agua (Geoenciclopedia, s.f.).

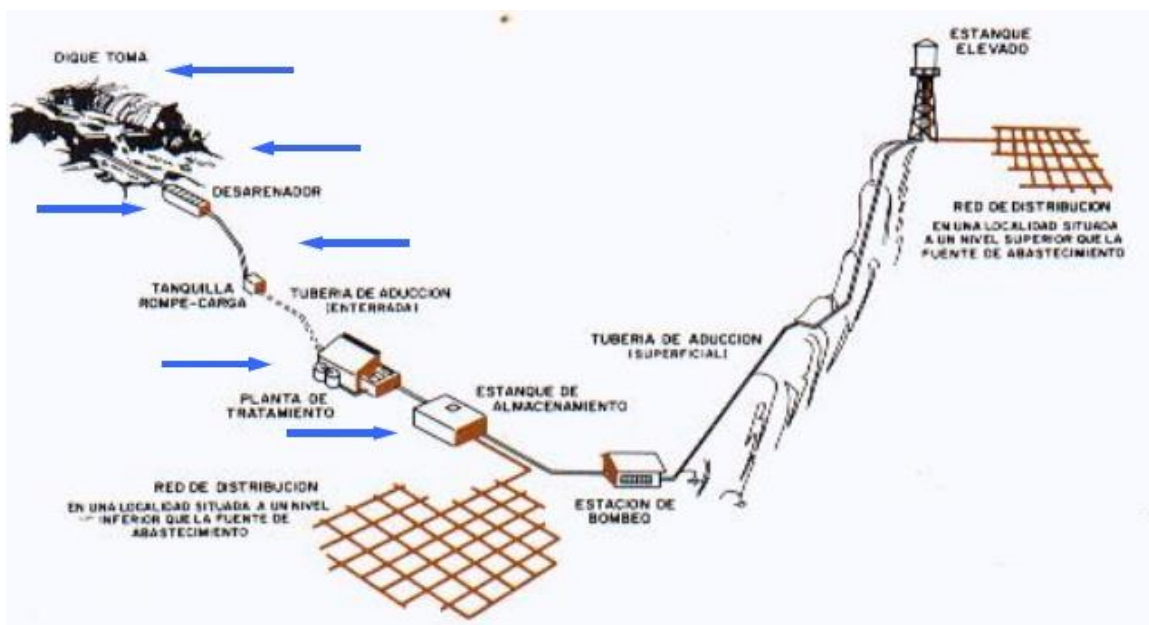
CAPITULO II

3.1. Abastecimiento del recurso hídrico para consumo humano

El abastecimiento de agua para consumo humano consiste en un sistema que permite que el agua llegue desde el lugar de captación hasta el punto de consumo, generalmente son sistemas de obras de ingeniería interconectadas que permiten llevar el recurso hídrico hasta las viviendas (Angarita, 2012)

El abastecimiento de agua potable en Colombia es de aproximadamente un 92,4% de la población cuenta con servicio de agua por acueductos (Minvivienda, 2018). Un sistema de abastecimiento de agua potable es aquel que facilita que el agua avance desde el punto de captación hasta el punto de consumo en condiciones aptas para su consumo. Por aptas no solo se entiende en cuanto a condiciones sanitarias de calidad, sino también de cantidad (Aristegui, 2016).

Ilustración 8. Esquema general de un sistema de acueducto



Fuente: Burgos, Gerardo (2014)

Según el decreto 314 de 2006 (PMAA, 2006), un sistema de acueducto o de abastecimiento de agua potable consta de los siguientes componentes:

Fuente de abastecimiento: es el sitio de donde se capta el agua que es por lo general una cuenca hidrográfica o un acuífero. La selección de la misma depende de factores como accesibilidad, localización, cantidad y calidad.

Obras de captación: el tipo de estructura a utilizar depende del tipo de fuente utilizada. Si la fuente es superficial la captación se hace mediante una estructura de “bocatoma” y si la fuente es subterránea se hace mediante “pozos”.

Obras de Aducción: son las obras para el transporte del agua desde el sitio de captación hasta la planta de tratamiento. Generalmente la conducción se realiza por tubería a presión o por gravedad y/o por canales abiertos o cerrados.

Tratamiento del agua: es el proceso por medio del cual se transforma la calidad del agua presente en la fuente de abastecimiento a una calidad adecuada para su consumo humano de acuerdo con la normatividad vigente.

Almacenamiento: es la capacidad que debe tener el sistema, de almacenar agua tratada para poder suplir la demanda en las horas pico y proveer unas reservas para situaciones de emergencia como es el caso de almacenamiento de agua contra incendio, o en periodos de mantenimiento de redes.

Distribución: es el proceso por medio del cual se conduce el agua desde los sitios de almacenamiento hasta los predios de los usuarios del servicio. Los elementos principales de la conducción son las redes matrices, las cuales tienen como función conducir grandes volúmenes de agua hacia todas las zonas de la ciudad, y redes secundarias, que distribuyen el agua en cada calle y sobre las cuales están instaladas las acometidas.

Las problemáticas asociadas a los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, compete a los municipios, distritos, departamentos y la Nación, en cuanto a la asistencia técnica, administrativa y financiera; así como también, a los prestadores de dichos servicios, quienes son los responsables de realizar una gestión empresarial efectiva y garantizar la prestación eficiente y con calidad de los servicios en mención (CRA, 2018).

Dicho esto, gran parte de la población carece todavía de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico adecuados, estos dos factores tienen gran influencia en la calidad de vida sumado a esto los problemas que se evidencian con el agua se agrupan en cuatro parámetros:

Cobertura: el servicio de agua potable no es accesible al mayor número de usuarios.

Cantidad: el recurso hídrico no es suficiente

Continuidad: el servicio de suministro de agua no se encuentra siempre disponible

Calidad: el agua no siempre es apta para el consumo humano

3.2. Disponibilidad hídrica

La disponibilidad hídrica se puede definir como la oferta aprovechable, tanto a nivel superficial como subterráneo, en la que una porción de agua se utiliza para un fin específico y que estará disponible a largo plazo (Car, 2015). Existen grandes diferencias entre regiones en lo referente a disponibilidad de agua, éstas van desde las situaciones extremas de escasez en los desiertos a las de abundancia en los bosques tropicales. Además, también hay variabilidad en cuanto al suministro en el tiempo a consecuencia tanto de la variación estacional como interanual. Con demasiada frecuencia, el grado de variabilidad y el momento y la duración de los periodos de suministro, alto o bajo, son demasiado impredecibles. (ONU, 2014) Además de los problemas relacionados con la cantidad

disponible de agua, también se presentan problemas relacionados con la calidad del agua. La contaminación de las fuentes de agua constituye uno de los principales problemas que afrontan los usuarios de los recursos hídricos y supone una amenaza para el mantenimiento de los ecosistemas naturales.

Conocer la disponibilidad del recurso no solo se refleja en la relación con el ser humano, sirve también como indicador para conocer la eficiencia con la que se maneja el agua, es decir, si la disponibilidad es alta se considera que el recurso se maneja de forma sustentable, mientras que se considera un mal manejo del recurso cuando la disponibilidad es baja; también permite conocer cómo se administran otros recursos naturales como la flora, fauna y suelo (Care, 2012).

3.3. Clasificación de la disponibilidad hídrica

Para determinar la disponibilidad hídrica se realiza una cuantificación usando el índice de escasez (I_e), este relaciona la oferta con la demanda del recurso en un espacio determinado. Este índice fue modificado por (Hernando, Ruiz, & Solis , 2012), quedando como lo muestra la siguiente fórmula:

$$I_e = \frac{D - HSD}{HSD} \times 100$$

Dónde:

- La demanda se representa por el HSD (agua cedida por el suelo a las plantas)
- La oferta como la humedad del suelo disponible

Ilustración 9. Clasificación de disponibilidad hídrica

Categoría del índice de escasez	Porcentaje de la oferta hídrica utilizada	Explicación	Color	Disponibilidad hídrica
Alto	> de 40%	Fuerte presión	R rojo	Baja
Medio	20-40%	Ordenamiento oferta/demanda	Naranja	Moderado
Moderado	10-20%	Factor limitador del desarrollo	Amarillo	Medio
Bajo	< de 10%	No se experimenta presiones importantes sobre el recurso hídrico	Verde	Alta

Fuente: (Aguilar, 2016)

3.4. Oferta y demanda hídrica

La oferta hídrica es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo, cobertura vegetal, escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar (Corponariño, 2014). Es importante destacar que la oferta se modifica a causa de agentes externos tales como la deforestación, mala planificación urbana e inadecuados usos del suelo, que ejercen presión sobre el recurso hasta el punto de escasez de este (Rodríguez, 2009).

Por otro lado, la demanda de agua según el diccionario hidrológico de la (Unesco, 2018), hace referencia a “las cantidades de agua previstas para su distribución a los usuarios en períodos de tiempo determinados para usos específicos y a un precio dado”.

La oferta y demanda hídrica son aspectos relevantes en el proceso de esta investigación teniendo en cuenta que se busca determinar los problemas en relación con la demanda de las comunidades y la oferta o disponibilidad del recurso hídrico.

La demanda de agua en Colombia aumentó cerca del 5 % al pasar de 35582 millones de metros cúbicos al año en 2014 a 37308 millones en 2018. El sector agrícola es el que más utiliza agua (43,1 %), seguido del energético (24,3 %). Además, en el país hay 391 municipios susceptibles por desabastecimiento en temporada seca y los departamentos más afectados por la falta del recurso son: Santander, Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Magdalena, Bolívar y Cesar. (Cardona, 2019).

3.5. Escasez del recurso hídrico

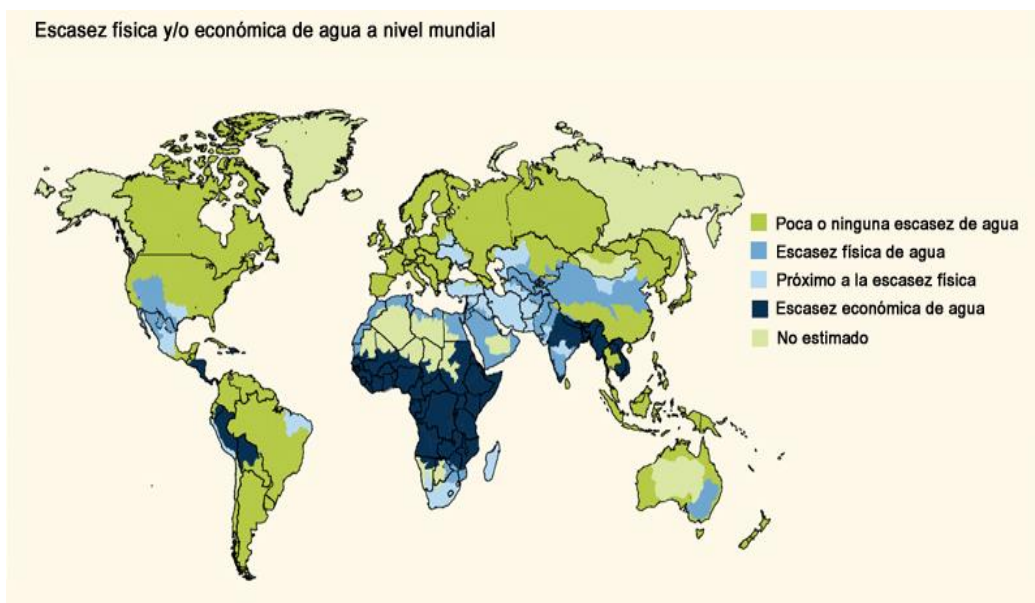
La escasez de agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI al que se están enfrentando ya numerosas sociedades de todo el mundo. A lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y, aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, va en aumento el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua. La escasez de agua es un fenómeno no solo natural sino también causado por la acción del ser humano. Hay suficiente agua potable en el planeta para abastecer a los 7.000 millones de personas que lo habitamos, pero ésta está distribuida de forma irregular, se desperdicia, está contaminada y se gestiona de forma insostenible. (ONU, 2014).

Habitualmente, los hidrólogos miden la escasez de agua a través de la relación agua/población. Una zona experimentará estrés hídrico cuando su suministro anual de agua caiga por debajo de los 1.700 m³ por persona. Cuando ese mismo suministro anual cae por

debajo de los 1.000 m³ por persona, entonces se habla de escasez de agua. Y de escasez absoluta de agua cuando la tasa es menor a 500 m³ (Wwap, 2012).

En cuanto a escasez existen distintos tipos: escasez física, escasez económica y la falta de disponibilidad del agua de buena calidad. La escasez física es la limitación en el acceso a fuentes de agua para riego, industria y consumo humano. La escasez económica se determina por la ausencia de infraestructura para llevar el agua a las viviendas (ENA, 2014).

Ilustración 10. Escasez física y/o económica de agua a nivel mundial



C informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.

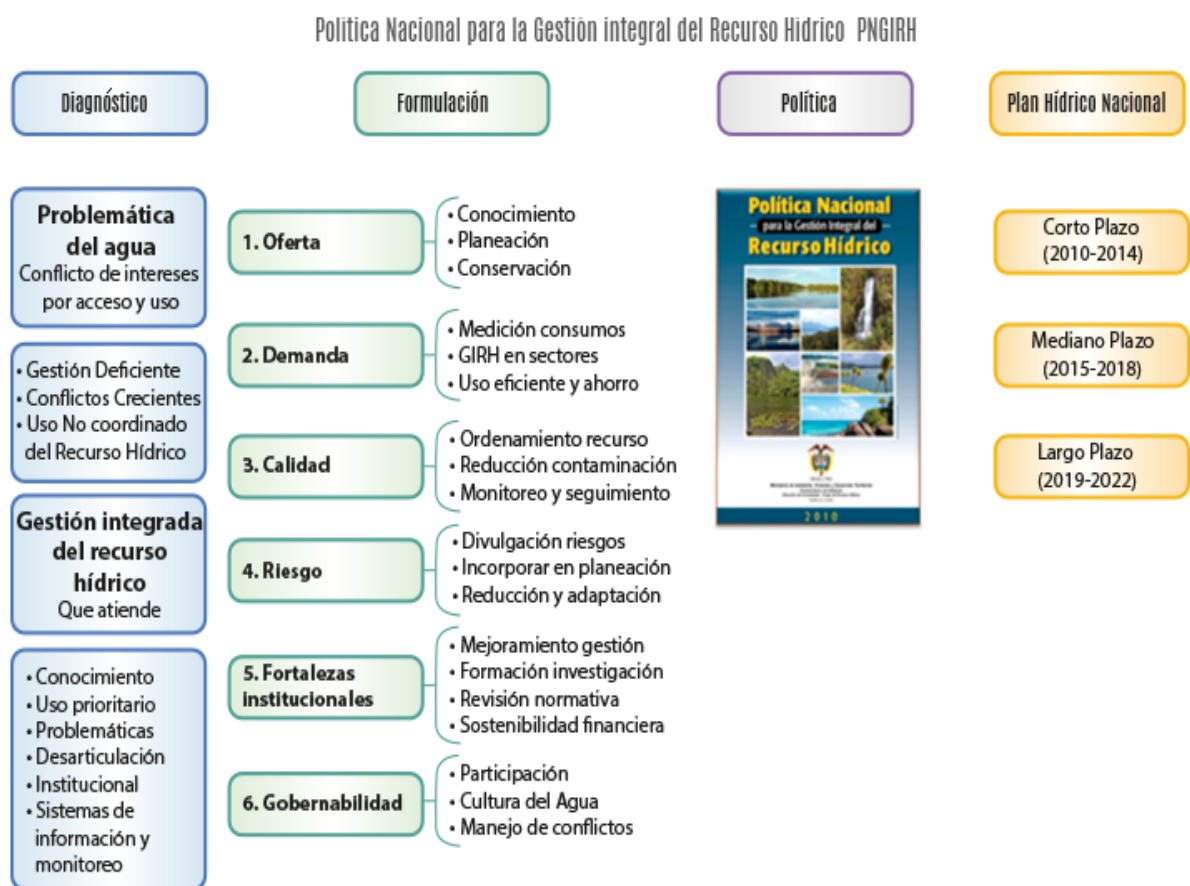
La escasez de agua es pues un concepto relativo y puede darse bajo cualquier nivel de oferta o demanda de recursos hídricos. La escasez puede ser una construcción social (producto de la opulencia, las expectativas y unas costumbres arraigadas) o consecuencia de la variación en los patrones de la oferta, derivados, por ejemplo, del cambio climático.

3.6. Gestión integral del recurso hídrico (GIRH)

La GIRH se define como “un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado de los recursos hídricos, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (Minambiente, 2019)

En la GIRH se interrelacionan los ciclos hidrológico y social. El ciclo hidrológico se define como el sistema en que está inmersa el agua, donde circula en la hidrosfera, incluye diversos procesos: precipitación, evaporación, transpiración, escurrimiento superficial y subterráneo. Mientras que por ciclo hidro social se entiende el sistema al que es sometida el agua por el ser humano en todos los procesos productivos, el agua la obtienen en una calidad determinada y la retorna al sistema con otra calidad (Eduardo & Arias , 2020).

Dado esto, la Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico tiene como objetivo general garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente (Siac, s.f.)



Fuente: (SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL DE COLOMBIA, s.f.)

“El plan hídrico nacional desarrolla cada una de las líneas de acción estratégicas de la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, a través de la definición de programas y proyectos específicos, y establece metas específicas que permiten determinar el grado de implementación del plan y su impacto sobre el recurso hídrico” (Siac, s.f.).

Sin embargo, se ha observado que el núcleo del problema está en la inadecuada gestión y gobernabilidad del recurso. La gestión integrada del recurso hídrico busca actuar sobre las causas de esta gestión deficiente como son la ineficiencia, los conflictos crecientes y el uso no coordinado del recurso hídrico (Valdes & Garcia, 2018).

De esta manera la gestión integrada de los recursos hídricos que se podrá contribuir a mejorar la confusión legal actual, la identificación y separación de los diferentes roles y la gestión del agua como recurso y como servicio (Ambiente, 2010).

3.7. Áreas prioritarias

Son áreas prioritarias aquellas donde la disponibilidad hídrica es baja o moderada y a su vez existen comunidades con problemas de acceso al agua para consumo humano.

Estas áreas son importantes, ya que permiten evidenciar si los problemas de acceso al agua en las comunidades de la cuenca están ligados a una baja disponibilidad hídrica, y serían las áreas de mayor interés para las instituciones a cargo del abastecimiento del recurso, ya que son prioritarias para búsqueda de soluciones (Aguilar, 2016).

3.8. Problemas de acceso al agua potable

La escasez de agua se puede definir como el punto en el que el consumo de los usuarios afecta al suministro o calidad del agua, de forma que la demanda no puede ser completamente satisfecha. El suministro de agua potable es fundamental para la salud, la industria y la agricultura. Según los datos del world resources institute (2015) más de 1.000 millones de personas viven, en la actualidad, en regiones con escasez de agua y hasta 3.500 millones podrían sufrir escasez de agua en 2025 (Acnur, 2019), dicho esto los problemas que causan un déficit en el acceso del agua potable son:

- **Urbanización y expansión de las ciudades**

Un proceso global que afecta a la seguridad hídrica es la aceleración de la urbanización. Este proceso ha significado la incorporación de una población urbana de más de 400

millones de habitantes, lo que cambia radicalmente el carácter e importancia de un gran número de ciudades de la región (Aquabook, 2016).

- **Seguridad hídrica: transformaciones en la demografía**

Se refiere a la disponibilidad y accesibilidad, en cantidad y calidad, de agua suficiente para las necesidades de la sociedad y los ecosistemas en un contexto de cambio global. En particular, se ven afectadas las demandas de bienes y servicios y los niveles de riesgo que resultan aceptables para la sociedad (Aquabook, 2016).

Entre los temas que afectan a la seguridad hídrica, es importante destacar:

- ✓ El aumento de las demandas de productos básicos asociados a cambios en los patrones de consumo (a mayor cantidad de habitantes, mayor gasto energético, mayor generación de residuos, contaminación, etcétera).
- ✓ Los fallos de abastecimiento (mayor cantidad de habitantes se requiere una mayor infraestructura adecuada a ese crecimiento).
- ✓ Los riesgos por eventos hidrológicos extremos (debido a la ausencia de protocolos de contingencia adecuados).

- **Consecuencias sanitarias asociadas con el deterioro del agua**

Aproximadamente el 86% de las aguas residuales son evacuadas en los distintos cuerpos de agua sin tratamiento alguno. Según la Organización Mundial de la Salud, el 85% de las

causas de enfermedades y muertes en el mundo se asocian al agua contaminada y a la falta de acceso al agua segura. Anualmente, la disentería, diarrea y otras enfermedades, cobran las vidas de tres millones de personas (Aquabook, 2016).

En Colombia las enfermedades asociadas a la contaminación del agua importante en términos de salud pública son las siguientes:

Ilustración 12 Enfermedades transmitidas por agua en Colombia

Enfermedades transmitidas por agua	Clave CIE 10
Enfermedades diarreicas	
Cólera	A00
Fiebre tifoidea – Fiebre paratifoidea	A01
Otras infecciones por <i>Salmonella</i>	A02
Shigelosis	A03
Otras infecciones bacterianas intestinales	A06
Otras intoxicaciones alimentarias bacterianas	A05
Amebiasis	A06
Otras infecciones intestinales debidas a protozoarios	A07
Otras infecciones intestinales organismos especificados	A08
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	A09
Hepatitis A	B15
Tracoma	A71
Esquistosomiasis	B65

Fuente: (MinSalud, 2012)

✓ **Enfermedad diarreica:**

La diarrea es definida por la Organización Mundial de la Salud como tres o más deposiciones líquidas en un periodo de 24 horas. Las enfermedades diarreicas representan

cerca de dos millones de muertes al año entre niños menores de 5 años, siendo la segunda causa de muerte en niños en todo el mundo y es más común en países en desarrollo.

Según el ministerio de salud (2012) La vigilancia centinela de la enfermedad diarreica aguda (EDA) llevada a cabo en el Laboratorio Nacional de Referencia del Instituto Nacional de Salud (INS) (2011), ha venido mostrando este comportamiento en Colombia. Por ejemplo, durante el 2003, datos obtenidos de 1,335 muestras mostraron que el 17.5% fueron positivos para los siguientes microorganismos: rotavirus (7%), *Giardia duodenalis* (6%), *Cryptosporidium* sp. (3%), *Shigella* sp. (0.8%), y *Salmonella* sp. (0.7%) (OPS, 2007). Durante 2011 el INS recibió 198 aislamientos entre muestras biológicas y de agua, para identificación o confirmación de *V. cholerae*, los cuales fueron descartados. De las muestras procesadas el 57 % correspondía a *Vibrio* spp y el 19% negativos para el *Vibrio cholerae* y enterobacterias.

✓ **Cólera**

Es un padecimiento producido por el *Vibrio Cholerae*, que puede vivir en el agua, los alimentos y los humanos por largos períodos, produciendo síntomas como fiebre, deposiciones diarreicas abundantes, vómito, deshidratación severa y falla circulatoria (choque hipovolémico). En Colombia los primeros registros de cólera datan de 1849 en Cartagena de Indias, causando la muerte de la cuarta parte de su población (Pineda, 2016).

El último brote importante de cólera en Colombia fue en 1992 y se planteó la hipótesis de que debido a un evento del niño durante ese año, se presentó un brote de cólera en las costas del Perú debido al rápido crecimiento de las bacterias del medio ambiente. Este se diseminó a Colombia, presentándose el primer caso de 76 cólera de 1991 en el puerto de

Tumaco y extendiendo hasta marzo de 1992, fecha en la que se informaron 17.673 casos de cólera, de los cuales el 95 % estaban en los 12 departamentos costeros incluyendo la isla de San Andrés, los cuales tienen el 49 % de la población colombiana (MinSalud, 2012).

✓ **Fiebre tifoidea y paratifoidea y otras infecciones por Salmonella**

La salmonelosis se presenta en términos generales dentro de dos espectros clínicos: la fiebre entérica más conocida como fiebre tifoidea y salmonelosis, cuya principal manifestación es la gastroenteritis (Mendez, Parra, Badillo, & Faccini A, 2010). La fiebre tifoidea es una enfermedad bacteriana producida por *Salmonella typhi* o *Salmonella paratyphi* que se adquiere a través alimentos y aguas contaminadas, Su reservorio natural es el hombre, que contamina el ambiente por la excreción intermitente de las bacterias.

Durante el 2010 se notificaron 100 casos y los departamentos con mayor número de casos fueron Norte de Santander (46%), Bogotá (16%), Antioquia (14%) y Meta (8%); del total de los casos de este último año, 27 de se debieron a un brote por consumo de agua no tratada en el departamento de Chocó (Mendez, Parra, Badillo, & Faccini A, 2010).

✓ **Disentería**

Provocada por bacterias, esta enfermedad causa diarrea en los pacientes. En las personas adultas rara vez sucede, aunque bien es cierto que los niños y las niñas son sus principales víctimas.

✓ **Hepatitis A**

La hepatitis A es una enfermedad hepática causada por el virus de la hepatitis A (VHA). Éste enfermedad está asociada a la falta de agua salubre, un saneamiento deficiente y una mala higiene personal.

De acuerdo a un estudio de carga de enfermedad por hepatitis A en Colombia, entre 1998 y el año 2004 se estimaron para todo el país 34 muertes anuales (IC del 95%: 23 – 45 muertes) por virus de hepatitis A, entre 25.000 y 70.000 casos de ictericia y 36,148 y 54,730 consultas por hepatitis A en menores de 15 años por año (Lastra, 2011).

- **Asimetrías entre el campo y la ciudad**

Los niveles de cobertura de servicios de agua potable y saneamiento reflejan las mayores asimetrías existentes entre las zonas rurales y las urbanas.

El 28 por ciento de la población rural de Colombia enfrenta una situación crítica por la falta de acueducto, por lo que miles de personas hacen maromas para poder consumir agua de pozos y ríos, y se exponen así a enfermedades. Esta cifra, que equivale por lo menos a 3,1 millones de colombianos, tiene en el Atlántico y el Pacífico a las regiones con mayor población carente del servicio (Avila, 2015).

Por otro lado, la calidad del agua que recibe el campo colombiano no es la mejor. Un informe del Instituto Nacional de Salud (INS) reveló que solo el 15,1 por ciento (900.000 personas) utiliza agua en buenas condiciones para consumo humano, mientras que el 43,6 por ciento usó agua baja en tratamiento o protección y el 23,3 por ciento usó agua cruda, tomada directamente de las fuentes (Avila, 2015).

- **Usos del agua en la región**

Aunque amplios sectores de la población no cuentan con agua potable y saneamiento, es preciso enfatizar que el abastecimiento de agua para necesidades básicas no es el principal uso del recurso (Aquabook, 2016).

En Colombia según el IDEAM (2012) el sector que más demanda agua es el agrícola con 16.760,3 millones de m³ (46.6% del total), seguido por el sector energía con 7.738,6 millones de m³ (21,5% del total), el sector pecuario con 3.049,4 (8,5%) y el sector doméstico con 2.963,4 (8,2%).

- **Estrés hídrico**

El estrés hídrico es un fenómeno que provoca el deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad y de calidad. Sucede cuando la demanda de agua es más grande que la cantidad disponible durante un periodo determinado de tiempo o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. América Latina es el continente más rico en términos de disponibilidad de agua por persona, pero hay poblaciones que padecen una seria escasez.

3.8. Causas de la escasez de agua

Dentro de las principales causas de la escasez de agua se encuentra el consumismo desmedido de los recursos naturales y la sobrepoblación humana. Pareciera que cada vez es más difícil tener acceso a fuentes de agua potable y de buena calidad, por lo que es de suma importancia tomar planes de acción que mitiguen los impactos y ayuden a mejorar la calidad de vida. Existen otras causas que producen la escasez de agua en el mundo, entre las que podemos destacar: la contaminación, la sequía y la urbanización desorganizada (Acnur, 2019)

- ✓ **La contaminación:** Nos referimos tanto a la contaminación de aguas dulces como a la contaminación de la tierra o del aire, ya que la contaminación se puede filtrar al agua y también puede afectar al aire.

- ✓ **La sequía:** Debido al fenómeno del cambio climático se potencia la aparición o desarrollo de las sequías, que suponen que durante un tiempo prolongado no haya lluvia, por lo que causa escasez de agua tanto para el consumo humano como para los cultivos o la industria.
- ✓ **Uso descontrolado del agua:** Tanto a gran escala, en las fábricas, como a pequeña escala, en nuestras propias casas, en algunas ocasiones malgastamos el agua y no recordamos que es un recurso escaso, llevando consigo la escasez del agua.

3.9. Consecuencias de la escasez de agua

Dentro de las consecuencias evidenciamos el hambre, la desaparición de especies vegetales y los conflictos. La escasez de agua es un problema mundial que tiene consecuencias muy graves tanto para el medio ambiente como para las personas (Acnur, 2019).

- ✓ **Enfermedades:** La escasez de agua y la falta de sistemas de potabilización adecuados obliga a recurrir a fuentes de agua contaminadas que pueden provocar enfermedades. En base a los datos de la Organización Mundial de la Salud, se puede afirmar que el agua contaminada puede transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera o la poliomielitis. La contaminación del agua produce más de 502.000 muertes por diarrea al año. Además, la falta de agua, puede producir deshidratación y generar ulteriores complicaciones (Acnur, 2019).
- ✓ **Hambre:** La escasez de agua puede afectar a la agricultura, la ganadería y la industria y, por lo tanto, producir escasez de alimentos y hambre.
- ✓ **Desaparición de especies vegetales:** Las plantas necesitan una gran cantidad de agua para desarrollarse y cuando el agua escasea se secan y desaparecen.

- ✓ **Conflictos:** La escasez de recursos está en el origen de numerosos conflictos en el mundo y supone el desplazamiento de las personas a otros países para encontrar lugares seguros en los que vivir.
- ✓ **Desabastecimiento energético:** la interdependencia de la energía y el agua es tal que las decisiones que se tomen deben considerar la influencia entre ambos sectores. Así mismo la agencia internacional de energía (2019) sostiene que la disponibilidad del agua afecta la viabilidad de los proyectos de energía y además de esto la dependencia de los servicios hídricos de la oferta de energía también impactaran en la capacidad de proporcionar agua potable y saneamiento.

3.10. Valoración económica del agua

El modelado económico de los recursos hídricos ha evolucionado del modelado individual del sector, al modelado integrado de disponibilidad y demanda del recurso a nivel de cuenca por medio de los modelos hidro económicos, los cuales son una herramienta interdisciplinaria que busca representar la distribución espacial del recurso agua, su infraestructura, opciones de administración y valoración económica de una forma integrada (Aquabook, 2016).

La cuestión de la valoración de los recursos hídricos despierta grandes controversias, puesto que es necesario tener en cuenta en el debate las tradiciones culturales de los individuos y su visión del mundo, así como los aspectos económicos que hacen referencia a la recuperación de los costos en su totalidad.

Debido a las singulares características del agua y a su importancia sociocultural, el intento de valorar monetariamente los servicios hídricos es tan difícil como, según algunos, en general inadecuado. Sin embargo, la valoración económica, el proceso de vincular una

escala monetaria a los servicios hídricos, es una herramienta con una importancia cada vez para los responsables y estrategias políticos que se enfrentan a decisiones difíciles en materia de distribución y desarrollo de recursos de agua dulce (Wwap, 2012).

Cuando un recurso natural existe en abundancia no es un bien económico, sino un bien libre, por lo tanto, no es objeto de valoración económica; más bien, para que un recurso natural o ambiental sea susceptible de asignársele un costo y precio en el mercado, debe cumplir una triple exigencia:

1. Tener existencia limitada.
2. Su consumo o disposición genera una utilidad vital y puede intercambiarse.
3. Puede ser industrialmente producible y multiplicable (obtención de una gama de productos con la utilización del agua) (Iglesias, 2017).

CAPITULO III

Municipio de El Espinal

4.1. Localización Geográfica

El Espinal es un municipio ubicado en el Departamento de Tolima a 4°09'04" N y 74°53'08" W. DATUM WGS84, con una extensión de 231 km², el área urbana representa el 0,55% del total del área del municipio, tiene una altura promedio de 323 m.s.n.m y está localizada a 48 km de la ciudad de Ibagué Capital del Tolima.

El municipio de El Espinal, la segunda ciudad del Tolima es plano o ligeramente ondulado, no se presentan alturas que excedan los 350 metros. Sus tierras, por lo tanto, corresponden al piso térmico cálido.

El municipio limita por el norte con los municipios de Coello y Flandes, al oriente con el municipio de Suárez, al sur con El Guamo y al occidente con San Luis.

El Municipio de El Espinal cuenta con un área total de 214.83 kilómetros cuadrados, de los cuales el 4,36%, pertenece al área urbana y 95,64% al área rural, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Ilustración 13. **Extencion** de superficie

Extensión superficie del Municipio			
Áreas	Área Urbana	Urbana Rural	Total
Extensión (Km²)	9,35	205,48	214,83

Fuente: **secretaria** de planeación y TIC (2014)

De acuerdo a lo anterior, el municipio de El Espinal esta conformado por 42 barrios y 27 veredas en el área rural.

Ilustración 14. *barrios del área urbana*

Barrios del área urbana					
1	Urbanización Entre Ríos	15	Urbanización La Cascada	29	Barrio Nacional
2	Urbanización Cafasur	16	Urbanización Villa Catalina	30	Urbanización Santa Margarita María
3	Urbanización Bosques De Roa	17	Urbanización San Carlos	31	Barrio Fátima
4	Urbanización Los Almendros	18	Urbanización Villa Laura	32	Barrio Primero de Mayo
5	Urbanización Las Palmeras	19	Urbanización La Ceiba	33	Urbanización Villa Lorena
6	Urbanización El Palmar	20	Urbanización Futuro	34	Barrio Belén
7	Urbanización La Magdalena – I Etapa	21	Urbanización Villa Paz I	35	Barrio Rondón
8	Urbanización La Esperanza	22	Urbanización Villa Paz II	36	Urbanización Arkabal
9	Urbanización El Bosque	23	Barrio Isaías Olivar	37	Barrio Balkanes
10	Urbanización San Pedro I y II Etapa	24	Barrio San Rafael	38	Urbanización Villa del Prado
11	Urbanización Villa Campestre	25	Barrio El Centro	39	Barrio Betania
12	Urbanización El Recreo I Etapa	26	Barrio Caballero y Góngora	40	Urbanización Villa Luz Dary
13	Barrio Talura	27	Barrio Libertador	41	Asociación de Vivienda Betania
14	Urbanización 30 De Octubre	28	Barrio Santa Margarita María	42	Urbanización Betania Campestre

Fuente: secretaria de planeación y TIC (2014)

Ilustración 15. Veredas del área rural

Veredas del área rural					
1	La Arenosa	10	Santa Ana	19	Talura Puerto. Peñón
2	La Trinidad	11	Aguablanca Alta	20	Dindalito Sector Centro
3	San Francisco Centro	12	Agua Blanca Sector La Morena	21	Dindalito Sector La Unión
4	Rincón De San Francisco	13	Guayabal	22	Dindalito Sector Sena
5	Agua Blanca Sector La Dulce	14	La Joya	23	Guasimal
6	Aldana y Andagoya	15	Las Delicias	24	Canastos
7	Montalvo	16	Coyarco	25	Cardonal
8	Patio Bonito	17	Guadualejo	26	Paso Ancho
9	Minuto De Dios	18	La Caimanera	27	Sucre

Fuente: secretaria de planeación y TIC (2014)

4.2. Climatología

El Espinal esta clasificado como tropical según la clasificación de Köppen-Geiger, además cuenta con una temperatura media de 29°C, y una humedad relativa de 69.9%. Presenta periodos secos y lluviosos, la precipitación aproximada es de 1415 mm, siendo julio la más baja, con un promedio de 41 mm. En octubre, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 213 mm (PDE, 2016).

4.3 Demografía

Ilustración 16. Población según zonas. 2011-2015

Población según zonas					
Años	Total	Cabecera	%	Resto	%
2005	76.226	55.787	73,19%	20.439	26,81%
2011	76.398	57.752	75,60%	18.646	24,40%
2012	76.377	57.954	75,90%	18.423	24,10%
2013	76.341	58.123	76,10%	18.218	23,90%
2014	76.291	58.260	76,40%	18.031	23,60%
2015	76.227	58.367	76,60%	17.860	23,40%

Fuente: proyecciones de población con base en el censo del 2005 (2014)

De acuerdo con la información recolectada a partir del último censo realizado en Colombia por el departamento administrativo nacional de estadística (DANE), el Espinal contaba en el año 2005 con un total de 76.226 habitantes. La evolución de la población y su distribución urbano - rural para los años 2011 - 2015, permanecen sin cambios representativos (planeación, 2014).

La evolución del total de la población en el municipio de El Espinal muestra que pasó de 76.398 personas en 2011 a 76.227 en el 2015, evidenciando un decrecimiento de 0,22%, según las proyecciones del DANE. Por su parte, la población ubicada en la zona de cabecera, pasó de representar un 75,60% del total de la población en el 2011 a 76,60% en el

2015, mientras que la zona rural o resto pierde participación, de un 24,40% que habitaba en el 2011, permanecen el 23,40% para el 2015.

4.4 Economía

Según el plan desarrollo del El Espinal Tolima 2016-2019 (2016) las actividades económicas del municipio son:

- **SECTOR PRIMARIO**
- ✓ **Actividad agraria:** El municipio históricamente ha basado su economía en la actividad agropecuaria, la cual según el último censo de productores agropecuarios del año dos mil desarrollado por la UMATA, existen 22511 hectáreas de las cuales 19651 hectáreas se encuentran destinadas a la explotación agrícola, 2208 se destinan a pastos y 651.9 hectáreas se destinan a bosques y rastrojos. La fuerza laboral es compartida con las actividades pecuarias en un 24%.

El Espinal es poseedor de una riqueza agrícola muy grande, en sus amplios terrenos se introducen cultivos muy fértiles como arroz, maíz, ajonjolí, sorgo, algodón, mango, entre otros; aunque en algunas zonas haya ausencia de vegetación nativa (Murillo & Rojas , 2017).

- ✓ **Actividad de piscicultura y acuicultura:** Se ha explotado en el ámbito artesanal e industrial gracias a las políticas de asistencia técnica y transferencia de tecnología de la UMATA y al espíritu de agricultores de ciertas zonas del municipio quienes han desarrollado proyectos como el Centro Pijaos ubicado en las veredas Talura y Canastos quienes con una gran infraestructura han cultivado especies como: Mojarra, Bocachico, Carpa, Cachama y Dorada al nivel de filetes y otras especies en el renglón de ornamentales. En cuanto a aguas se recurre a reservorios, aljibes,

pozos, fuentes de cuencas y microcuencas, lo mismo que aguas del canal de riego de USOCOELLO. Por otro lado, Existen muy pocas fuentes en humedales que están siendo utilizadas casi en su totalidad para uso de tierras mecanizables en cultivos de arroz y sorgo.

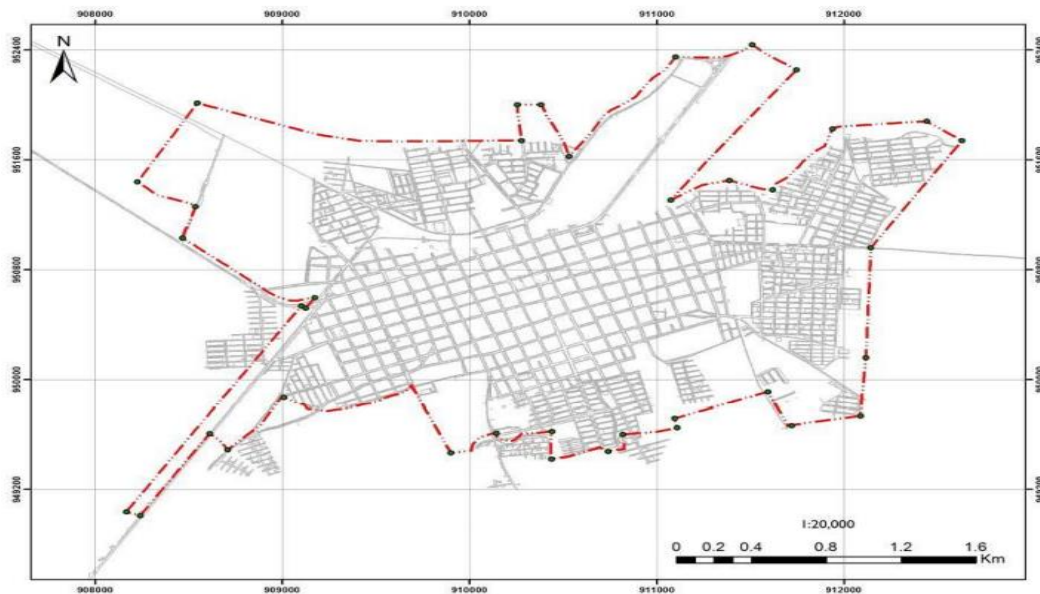
- ✓ **Minería:** Se explotan minas en canteras y aluviones, las minas ascienden a diez en total, de las cuales siete son de material de arrastre sobre los ríos Coello y Magdalena, una mina de cantera y dos minas de aluvión para la obtención de arenas y material de arrastre. En menor proporción se explotan arcillas para la fabricación de cerámicas.
- **SECTOR SECUNDARIO**
 - ✓ **Industria Manufacturera:** Se encuentra clasificada en actividades de metalmecánica, molinería de arroz, actividad de textilería, elaboración de hilos crudos y aceites industriales como las más importantes. Su participación en la población ocupada es del 8%.
 - ✓ **Microindustria Manufacturera:** Comprende actividades de manufactura y fabricación en calzado, metalmecánica, carpintería y muebles, joyería, confección, elaboración de detergentes, fabricación de colchones, fabricación de elementos de aseo y fabricación de concentrados.
 - ✓ **Construcción y obras públicas:** La fuerza laboral que participa en estas actividades es equivalente al 5%, del total de mano de obra ocupada. Esta actividad está dirigida al proceso de desarrollo de vivienda y de desarrollo de infraestructura municipal.
- **SECTOR TERCIARIO**

- ✓ **Comercio:** según datos del PBOT, la fuerza laboral equivalente al 15% de forma directa en el comercio formal y organizado en un 30% en economía informal determinada por vendedores detallistas

4.5. Hidrología del municipio

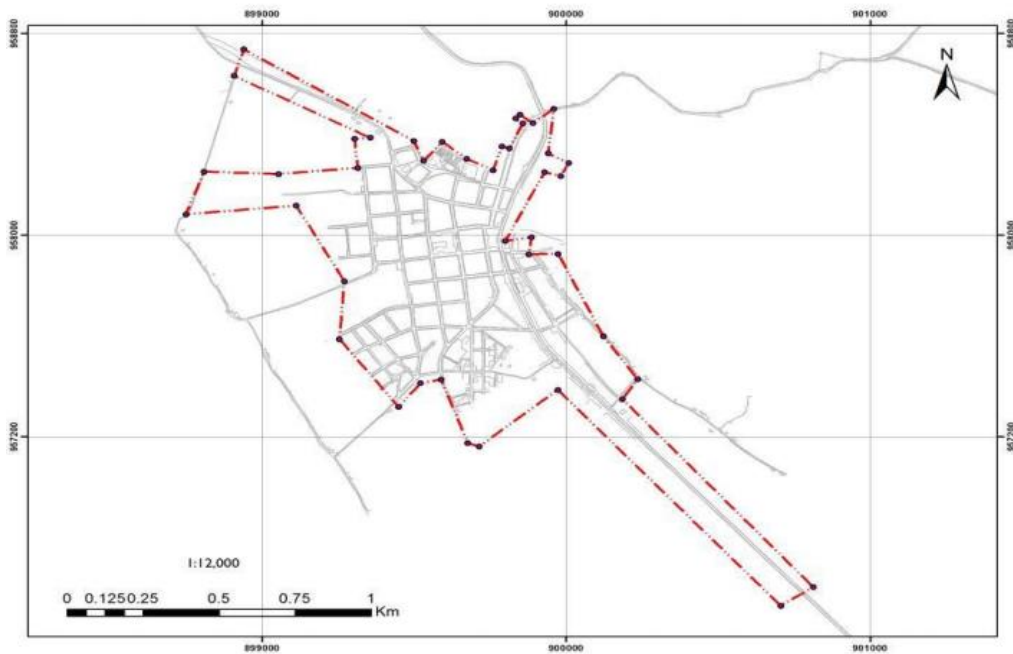
El sistema fluvial del municipio de El Espinal tiene como eje el río Coello con una extensión de 2000 km², cuenta además con otras corrientes menores como las quebradas Guasimal, Cardonal, Guadalejo, Espinal, San Javier, Guayabal, Aceituno, Agua Blanca y La Morena, entre otras.

Ilustración 18 Perímetro urbano del Municipio de El Espinal (PBOT)



Fuente: (Informe catastro de redes de EAAA de El Espinal – Tolima (2016))

Ilustración 19. Perímetro urbano del Corregimiento Chicoral en el Municipio de El Espinal (PBOT)



Fuente: (Informe catastro de redes de EAAA de El Espinal – Tolima (2016))

4.8. Servicios públicos: acueducto y alcantarillado

La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Espinal E.S.P, es la entidad encargada de administrar los servicios públicos de la cabecera municipal, del corregimiento de Chicoral y del sistema veredal aledaño, según las entidades gubernamentales se tienen una cobertura en servicios públicos de acueducto (99,04%) y alcantarillado del (97,6%). El sistema de acueducto está compuesto por: sistema de captación, Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), tanques de almacenamiento, estación de bombeo de agua potable, líneas de aducción, conducción y redes de distribución. (Murillo & Rojas , 2017).

Ilustración 20. Información general del municipio- acueducto

INFORMACIÓN GENERAL MUNICIPIO					
Municipio	Espinal		Prestador del Servicio de Alcantarillado	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Espinal E.S.P. – Alcaldía municipal de Espinal	
PSMV Aprobado	Si		Expediente	13865	
Resolución aprobatoria	N° 1753 del 29 de julio de 2013				
Usuarios Acueducto	19173		Usuarios Alcantarillado	17661	
Caudal Concesión (L/s)	200 – 240		Fuente de abastecimiento	Bocatoma de la ventana- Río Coello	
SZH	- Río Coello - Río Luisa y otros directos al Magdalena	Código	- 2121 - 2118	Cuencas	- Coello - Luisa , Magdalena
Cobertura de Alcantarillado	97,6%		Número de personas por unidad habitacional (DANE 2005)	4	
Cobertura Acueducto	99,04%		Población Urbana (DANE 2015)	58367	
Numero de Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas	1		Tipo de PTAR	Laguna de estabilización	
Cobertura Sistema de Tratamiento	34.08%		% Eficiencias De Remoción	VER ANEXO NO. 4.7	

Fuente: (Cortolima, 2014)

Teniendo en cuenta esta tabla se evidencia que el 99,04 % de población cuenta con servicio de acueducto, pero aun la mayoría de veredas aun no cuentan con el servicio y si lo tienen no cumplen con los requerimientos establecidos, esto lleva consigo problemas en el abastecimiento del recurso hídrico (Murillo & Rojas , 2017) . dejando claro que muy poco se hace por una gestión integral del recurso hídrico, por lo que se deben tomar medidas en el control y seguimiento de los planes.

Por otro lado, según el plan de gestión integral de residuos sólidos la empresa de acueducto, alcantarillado y aseo del Espinal cuenta con una PTAP y una PTAR (2019).

La PTAP es una planta de tipo convencional que comprende las siguientes operaciones unitarias: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. La planta cuenta con una Área de Producción que incluye las estructuras para el proceso de potabilización de agua: una cámara de llegada, medición de caudales, tres unidades de floculación, tres unidades de sedimentación, seis unidades de filtración, un cárcamo de mezcla de cloro, dos tanques de almacenamiento de agua potable, uno para Espinal (Enterrado) y otro para Chicoral (Elevado).

El tanque del Espinal está localizado a la entrada de la planta de tratamiento presta servicio la totalidad del tiempo. El tanque tiene una capacidad de 2100 m³, y es de tipo enterrado, para el suministro de agua cuenta con tres líneas de distribución con sus respectivas válvulas de control de 10”, 16” y 20”. El tanque de Chicoral es de tipo elevado, tiene una capacidad de 284 m³ de tipo Infospal, utilizado como reserva de agua tratada para el lavado de los filtros, el consumo interno de la planta y para aumentar la presión en la red de Chicoral. Cuenta con dos líneas de distribución con sus respectivas válvulas de control de 6” y 8”.

También cuenta con una PTAR, es de tratamiento tipo primario por lagunas de oxidación, localizado a 2 Km. Al oriente del área urbana, por la vía que conduce a Puerto Peñón, con una extensión de 10 hectáreas. La planta de tratamiento de aguas residuales de la EAAA del Espinal Tolima consta de un sistema de lagunas de estabilización puestas en marcha en septiembre de 2002, con un caudal medio de tratamiento de 145,36 LPS y con un caudal pico de 423,17 LPS. La PTAR trata el 65% de la población del municipio del Espinal, el agua es transportada en una tubería de cemento de 50", con un recorrido de 2.5 kilómetros desde la cabecera del municipio hasta la PTAR, esta ingresa al proceso preliminar que consta de una cámaras de llegada, dos rejillas de cribado grueso, dos desarenadores, dos vertederos para la medición de caudales, cuatro tubos de 6" novafort que vierten el agua residual a la primera laguna que es la anaerobia y un quinto tubo de 6" novafort que trabaja por rebose en caso que se aumente el caudal.

Según auditoría realizada por la contraloría (2014) los sistemas de captación y conducción presentan deterioros los cueles llevan más de 25 años de uso, lo que produce considerables perdidas técnicas, lo que representa traumatismos en la prestación del servicio.

Por otro lado, el indicador hace alusión al grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano, de este modo la calidad del agua califica como apta para consumo humano.

En cuanto a tratamiento de aguas residuales las Veredas del municipio, no se cuenta con tratamientos, ni recolección de residuos sólidos ni líquidos, por tal razón los pobladores para evacuar los desperdicios queman o entierran las basuras, o arrojan los residuos a las quebradas más cercanas.

La calidad de sus aguas se ha visto alterada debido a la disposición directa de aguas residuales de asentamientos humanos como Cajamarca, Coello, Anaime, Payande, Gualanday y parte de Chicoral e Ibagué (sena, 2006)

4.9. Distrito de USOCOELLO

El Distrito de Riego está localizado en la zona central del Departamento del Tolima, a 50 kms al oriente de Ibagué capital del Departamento y a 150 kms de Bogotá capital de la República. Su jurisdicción comprende los municipios de Espinal, Guamo, Flandes y San Luis. El agua derivada se aplica principalmente al riego; además, se genera energía eléctrica en la planta de "La Ventana", en un uso no consuntivo; y por último se destinan unos 1.000 lts/s para los acueductos de Espinal, Chicoral y Coello.

El sistema de riego consiste en una toma lateral de 24 m³ de capacidad sobre el río Cucuana, localizado en el municipio de San Luis, un canal de conducción revestido de 30 kms. de longitud, desde la salida del túnel hasta la quebrada Guaduas y un canal complementario de 8 kms. sin revestimiento para trasvaseo del agua a los canales final Serrezuela, sector intermedio del canal Espinal y las quebradas Serrezuela y Eneal para alimentar los sistemas Calzón y Villaveces.

4.10. Abastecimiento hídrico en el municipio

Dentro de la Cuenca del Río Coello se contabilizaron un total de 128 acueductos, con estos se abastecen un total de 7.107 familias. Un hecho para destacar es que algunas veredas cuentan con más de un acueducto. De otro lado sesenta y nueve (69) veredas que no cuentan con acueducto, un total de 3.186 familias se abastecen por medio de mangueras que conectan directamente a diferentes fuentes hídricas cercanas.

Un caso se presenta en la Vereda La Joya del Municipio de Espinal, en donde más de la mitad de las familias se abastecen de aljibes y solo cuatro se abastecen directamente del Río Coello (Cortolima, 2014).

4.11. Escasez hídrica en el municipio de El Espinal

La cuenca mayor del río Coello que comprenden los cascos urbanos de los municipios de Ibagué, Cajamarca, Rovira, San Luís, Coello, Chicoral, Espinal y Flandes en el departamento del Tolima, enfrentan una neurálgica problemática frente al suministro del agua potable, salubre, aceptable, accesible y asequible para el consumo humano ya que, las industrias extractivas de oro implicarían un inadecuado potencial que impacta los recursos hídricos de las anteriores poblaciones.

La agricultura, en cuanto mayor usuario del agua dulce a escala mundial y principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química (Fao, 2014).

Por otro lado, en consecuencia, se observa una contradicción de intereses entre la minería y la agricultura, ya que, río abajo a la altura de las poblaciones de Chicoral, Coello y Espinal, la afectación del recurso hídrico es evidenciado por el Distrito de riego USOCOELLO dentro del desarrollo de las funciones otorgadas a partir del año de 2008 por la UNAT, acto administrativo que transfirió en propiedad el distrito de riego del río Coello a la asociación de usuarios de Uso Coello; convirtiéndose de esta manera una pelea por el agua, entre el consumo doméstico, la agricultura y el oro. (Reyes, 2018).

De acuerdo a esto, uno de los problemas por el cual la empresa de acueducto de El Espinal no suministra con regularidad el servicio es que no cuenta con una captación propia, y tiene que estar sujeta a las condiciones de un distrito de riego al cual se le tiene que pagar

contribuciones por el abastecimiento del líquido y por otro lado su principal actividad económica es el de prestar el servicio de agua para los cultivos que hay en la zona, los cuales son de gran consumo de agua, muchos de estos cultivos son de arroz, el consumo de agua por hectárea de arroz es de 14,000 m³, lo cual es una demanda bastante alta para la bocatoma, haciendo que el suministro del agua para consumo humano disminuya o se vea alterado.

La rápida urbanización y expansión del municipio también implica un problema en el acceso al agua potable teniendo en cuenta que la infraestructura de las redes presenta deterioro y no alcanzan a suplir con regularidad.

Otro tema que se aborda en la escasez hídrica del municipio se encuentra los riesgos por eventos hidrológicos, como inundaciones, estas se presentan en los barrios Belén, Nacional, Futuro, Villa paz, presentando daños en bienes materiales y afectaciones en la salud, además de presentar inmediatamente cortes en el suministro del agua (Murillo & Rojas , 2017).

Estudios realizados en el municipio por miembros de la facultad de medicina de la Universidad del Rosario, a través de su investigación Compromiso neurológico periférico y exposición a plaguicidas en cultivadores de arroz en una zona rural, Colombia (Briceño & Varona, 2012), evidencian los problemas de salud que afectan a los habitantes de El Espinal, ya que:

La exposición directa o indirecta a agentes químicos contaminantes aumenta el nivel de riesgo de padecer neuropatía periférica, que trae síntomas como mareo, pérdida de fuerza y movimiento en miembros superiores e inferiores y alteraciones en los reflejos, ya que los nervios periféricos llevan información hasta y desde el cerebro.

También llevan señales hasta y desde la médula espinal al resto del cuerpo, la neuropatía periférica significa que estos nervios no funcionan apropiadamente.

Por otro lado, debido a las sequías por las altas temperaturas causan escasez de agua tanto para el consumo humano como para los cultivos o la industria, esto pese a la reducción en los caudales de las quebradas y ríos que abastecen el municipio, también la estacionalidad interviene en cuanto a que en algunos periodos que se esperan lluviosos no lo son y por el contrario se presentan altas temperaturas (MinAgricultura, 2015).

En el municipio los niveles de vivienda inadecuada son del 10,6%, servicios inadecuados 9,2%, hacinamiento 15,2%, inasistencia escolar 10%, niveles de alta dependencia económica de 14,2%, de necesidades básicas insatisfechas 37,5% y de miseria de 14,7%. Complementariamente la situación social de los habitantes del municipio se observa sobre la base los niveles de cobertura, calidad y oportunidad en el disfrute y acceso a los servicios de educación, salud y seguridad social (CMGRD, 2019).

En el sector de agua potable el municipio presenta como principal problema la discontinuidad en la prestación del servicio debido a que el sistema de potabilización no cuenta con una despensa de agua en procesar o tratar; el sistema está casi balanceado, es decir que todo lo que capta lo puede procesar casi a la misma velocidad. Esto como consecuencia de la presencia de turbidez en el agua el distrito de riego las compuertas y se deja de captar, porque no se cuenta con un decantador lo suficientemente eficiente para lograr el cometido de rebajar los sólidos presentes en el agua captada (Murillo & Rojas , 2017).

La red de conducción de agua tratada que transporta el agua desde la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) está en asbesto cemento y es muy vieja; lo que lleva a que se vuelva a contaminar esta vez con agentes nocivos y que presente fugas en el trayecto de recorrido al tanque pulmón en la vereda guayabal. (PDE, 2016).

En lo concerniente a la cobertura del acueducto según el plan de desarrollo municipal de El Espinal (2016) se tiene que en el área urbana es del 99.04%; no siendo así para el área rural donde se cuenta con 8 acueductos rurales construidos, pero no cumplen con la normativa de agua potable; actualmente hay un requerimiento que obliga al Municipio a la optimización de estos acueductos que están en las veredas de Guadalejo, Canastos, Coyarcó, Caimanera, Patio Bonito, Minuto de Dios, La Morena y Dindalito. Esta situación hace que la cobertura total de agua potable para el municipio de El Espinal se baje al 85.5%² y aunque se encuentra por encima de la cobertura del departamento y la región 81.2% y 74.6%³ respectivamente (PDE, 2016).

Los barrios Nacional y Primero de Mayo del municipio presentan mayores problemas con la continuidad del servicio de acueducto por la turbiedad con la cual llega el agua cruda a la planta de tratamiento de agua potable, haciéndose imposible su respectivo tratamiento y por lo tanto su posterior distribución. (Murillo & Rojas , 2017),

4.12. Causas de problemas de acceso al agua potable en el municipio

- Las condiciones topográficas en algunos barrios son motivo de la mala prestación del servicio
- Los usuarios de bajos recursos tienen como cultura el no pago de la facturación, ocasionando cortes en el servicio, lo cual ha creado conflictos con las personas.

- La empresa prestadora del servicio de acueducto tiene falencias en la planta de tratamiento de agua potable, debido a renovaciones del sistema eléctrico que causa el mal funcionamiento del sistema de bombeo cuando no hay energía eléctrica.
- La empresa tiene una infraestructura vieja y obsoleta (Murillo & Rojas , 2017)

Es importante que el municipio adopte medidas como esquemas diferenciales de difícil acceso, teniendo en cuenta que uno de los problemas en el municipio son las condiciones topográficas de los barrios, en este caso el barrio nacional y primero de mayo, haciendo necesario el uso de estaciones de bombeo, siendo esta solución un poco más costosa, por lo cual la empresa prestadora del servicio omite estas necesidades.

Por otro la cultura del no pago de facturación hace que la empresa prestadora del servicio tenga problemas con la cartera, problemas de inversión para el mejoramiento, como propuesta para mejorar o disminuir dichos inconvenientes, se deben ejecutar acciones de gestión social y de esta manera disminuir las conexiones fraudulentas.

CONCLUSIONES

Con esta monografía investigativa, se logra tener una visión global, nacional y local de la disponibilidad hídrica (oferta y demanda) y las cuencas hidrográficas como fuentes abastecedoras, de este modo el estudio de la escasez hídrica es importante con el fin de dar solución a las problemáticas e identificar las causas que la originan.

Con la revisión bibliográfica de proyectos y una contextualización de la situación actual del municipio del El Espinal, se determinan problemas hídricos en el sistema de abastecimiento por la discontinuidad en la prestación del servicio de acueducto, esto debido a la falta de infraestructura propia de la empresa prestadora del servicio.

Y por último se concluye que la falta de ejecución, control y seguimiento en los planes de gestión integral de los recursos hídricos afectan el equilibrio que se debe mantener para conservación del recurso hídrico.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que el municipio junto con entes encargados se apropie de conceptos claves como lo es la disponibilidad y escasez hídrica con el fin de reducir las comunidades que presentan problemas con el acceso al agua potable.

Se recomienda hacer convenios con los entes que controlan las bocatomas, puesto que por este motivo la empresa se encuentra limitada por el ente controlador del recurso hídrico en este caso USO COELLO.

Es importante formular y ejecutar planes de gestión integral del recurso hídrico en el municipio y además hacer un seguimiento y control al mismo. Con el fin de preservar y cuidar el recurso hídrico y velar por la calidad de vida de los habitantes.

Bibliografía

- Acnur. (2019). *Escasez de agua en el mundo: causas y consecuencias*. Obtenido de https://eacnur.org/blog/escasez-agua-en-el-mundo-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/
- Aguilar, M. (2016). *Análisis de la disponibilidad hídrica en relación con los problemas de acceso al agua de la cuenca alta del río Turrubares, Puriscal, Costa Rica*. Heredia, Costa Rica.
- Alvarez, J., & Ruiz, L. (2019). *Análisis de la oferta hídrica del río Combeima*. Ibagué, Colombia.
- Ambiente, M. d. (2010). *Regímenes hídricos del país*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico>
- Angarita, R. y. (2012). Fuentes de Abastecimiento. Universidad Santa María Núcleo Barinas, Facultad de Ingeniería Acueductos y. Venezuela.
- Aquabook. (2016). *Recursos hídricos de Mendoza en su contexto regional*. Obtenido de AQUABOOK: http://aquabook.agua.gob.ar/379_0
- Aristegui. (18 de abril de 2016). *Maquinarias, S.L*. Obtenido de <https://www.aristegui.info/como-funciona-una-red-de-abastecimiento-de-agua-potable/>
- Avila, c. (22 de Marzo de 2015). *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15445939>
- Barrero, A. (14 de noviembre de 2019). *Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias*. Obtenido de <https://www.energias-renovables.com/panorama/el-ultimo-informe-de-la-agencia-internacional-20191114>
- Briceño, & Varona. (2012). *Universidad del Rosario*. Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/flexpaper/handle/10336/3625/Crepysaab-Marie-2012.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Car. (ABRIL de 2015). *Guía de planeación del promaga de ahorro y uso eficiente*. Obtenido de ACUEDUCTOS MUNICIPALES.
- Cardona. (2014). *Análisis de las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento*. Obtenido de <http://dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g-dinamica-de-sistemas.pdf>
- Cardona. (23 de 03 de 2019). *Calidad, abastecimiento y saneamiento: los grandes retos del agua en Colombia*. Obtenido de Mongabay: <https://es.mongabay.com/2019/03/colombia-estudio-nacional-agua-ideam/>
- Care, i. (2012). *Avina. (2012). Programa Unificado de Fortalecimiento de capacidades. modulo 8 gestion integra delm recurso hidrico. Ecuador*.
- Ceballos, E. (2018). *Informe anual ambiental y los recursos naturales del departamento del Tolima*.
- CMGRD. (2019). *consejo municipal par la gestion del riesgo de desastres*. Tolima.
- Corpocesar. (8 de 2016). *Corporación autónoma del Cesar*. Obtenido de CORPOCESAR.
- Corponariño. (2014). *Ordenamiento del recurso hídrico*.
- Cortolima. (2008). *fuentes abastecedoras en el departamento del Tolima*.
- Cortolima. (2013). *Plan de gestión ambiental regional*. Obtenido de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/metas_reduccion/fichas_municipios/15_Ficha_Meta_Espinal+_CP_CHICORAL.pdf
- Cortolima. (2014). *Diagnóstico socioeconómico de Coello*.
- Cortolima. (2014). *Hidrología superficial del río Coello*.

- CRA. (2018). *Diagnóstico e identificación de problemas y objetivos, evaluación y selección de la mejor alternativa*. Bogota, Colombia .
- Dasso, c., Pivano, e., Pasquini, A., & Cordoba, F. (2014). *RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES* .
- Develoment, O. S. (1992). *Cumbre para la tierra*.
- EAAA. (2019). *Plan de gestion integral de residuos solidos* .
- Eduardo, O., & Arias , R. (2020). *INFORME NACIONAL SOBRE LA GESTION DEL AGUA EN*. Bogota, Colombia .
- Ena. (2010). *In forme de diagnostico de aguas subterranas*. Obtenido de http://www.defensoria.gov.co/attachment/14/informe_123.pdf
- ENA. (2014). *OFERTA HIDRICA*. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2014.pdf
- EPM, A. R. (2015). *preguntas frecuentes sobre la calidad del agua en los sistemas operados*. Obtenido de https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/buen-uso-del-sistema-de-alcantarillado/preguntas-sobre-el-buen-uso-del-sistema-de-alcantarillado!/ut/p/z1/tVRNc4IwFPwrevDI5BkChKP4bSsW_ISLgxiVFimCo-2_b5jpoVggtWoumUze7nvZzSxy0Qy53DsEay
- Fao. (2014). *Afrontar la escasez de agua*. Obtenido de ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS: <http://www.fao.org/docrep/018/i3015s/i3015s.pdf>
- Fao. (s.f.). *Riesgos y amenazas para las cuencas*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a1295s/a1295s03.pdf>
- Garcia, w. (2015). *El sistema complejo de la cuenca hidrografica*. Obtenido de Medellin unal : https://www.medellin.unal.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos - Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregado/Sistema%20CuencaHidrogr%Elfica.pdf
- Geoenciclopedia. (s.f.). *GEOENCICLOPEDIA*. Obtenido de <https://www.geoenciclopedia.com/cuencas-hidrograficas/>
- GreenFacts, s. (s.f.). *Resumen del 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el*.
- Hernandez, N. (2013). *Metodologia para evaluar la disponibilidad de agua y sus costos bajo escenarios de cambio climatico*. MEXICO.
- Hernando. (2003). Recarga de aguas subterráneas en la Cuenca del río Poás ””. *Revista Geográfica de América Central N° 27* ., . Pág. 137 151. Heredia. Costa.
- Hernando, Ruiz, a., & Solis , K. (2012). Disponibilidad del recurso hídrico en la. *Revista geografica de america central* , 48, 117- 132.
- IDEAM. (2012). *Sistema de informacion ambiental de Colombia* . Obtenido de <http://www.siac.gov.co/demandaagua>
- Ideam. (2018). *Estudio Nacional del agua* .
- Ideam-AGUA. (2018). *Caracterización hidrológica de la cuenca del río Coello (departamento del Tolima, Colombia) con el programa Hydro-BID*.
- Igac. (2012). *informe de gestión sector estadistico*.
- Iglesias. (2017). *valoracion economica y mercantilizacion del agua de consumo humano* . *Scielo*, 2.
- Inca. (2017). *INFORME NACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO- INCA 2017*. Bogota, Colombia.

- institute, W. r. (2015). *Iagua*. Obtenido de 10 Datos sobre el acceso del agua potable en el mundo : <https://www.iagua.es/blogs/facts-and-figures/10-datos-acceso-al-agua-potable-mundo-que-deberias-conocer>
- Lastra. (2011). *Análisis epidemiológico de presentación de casos de intoxicaciones agudas en el hospital universitario del caribe de la ciudad de cartagena durante los años 2009 y 2010*. Cartagena, Colombia.
- Maderey, & Jimenez, R. (2009). *Los Recursos hidrológicos del centro de México ante un cambio climatico global, instituto de geografia, universidad autonoma de mexico*. mexico.
- Marin, O. E. (2014). *ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA*-. BOGOTA.
- Mendez, Parra, Badillo, C., & Faccini A. (2010). Caracterización microbiológica de Salmonellam en un sector universitario de Bogota, Colombia. *Medicas VIS*, 26-32.
- MinAgricultura. (enero de 2015). *Boletin Agroclimatico* . Obtenido de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7558/1/Boletin_No2_enero.pdf
- Minambiente. (abril de 2019). *minambiente*. Obtenido de Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/direccion-integral-de-recurso-hidrico/politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). *politica nacional para la gestion integral del recurso hidrico* . Bogota, Colombia .
- MinSalud. (2012). *Diagnostico de salud ambiental* . Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>
- Minvivienda. (2018). *Plan director del agua y saneamiento basico, 2018- 2030*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/Plan%20Director.pdf>
- Muñoz, d. P. (2016). *aguas del Huila* . Obtenido de aguas del Huila : [file:///C:/Users/CARO/Downloads/PUEAA%20SANTA%20MARIA%202016%20-%202020%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/CARO/Downloads/PUEAA%20SANTA%20MARIA%202016%20-%202020%20(3).pdf)
- Murillo, P., & Rojas , O. (2017). *SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL*. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5764/SISTEMA%20DE%20ACUEDUCTO%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20EL%20ESPINAL%20LA%20DISPONIBILIDAD%20DEL%20SERVICIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ONU. (1977). *Conferencia de las naciones unidas sobre el agua*. Obtenido de https://www.who.int/water_sanitation_health/unconfwater.pdf
- ONU. (2014). *DECENIO INTERNACIONAL PARA LA ACCION "EL AGUA FUENTE DE VIDA (2005- 2015)*.
- organizacion de las naciones unidas para la educacion, c. y. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019*. paris .
- PDE. (2016). *PLAN DE DESARROLLO ESPINAL - TOLIMA 2016- 2019*. TOLIMA.
- Pineda, J. (2016). *EnColombia* . Obtenido de <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/contaminacion-del-agua/>

- planeación, S. d. (2014). *Gobernación del Tolima*. Obtenido de file:///C:/Users/CARO/Downloads/Espinal.pdf
- PMAA. (2006). *Plan maestro de acueducto y alcantarillado* .
- Procolombia. (s.f.). *COLOMBIA CO*. Obtenido de <https://www.colombia.co/pais-colombia/estructura-del-estado-colombiano/como-es-la-organizacion-politico-administrativa-de-colombia/>
- Ramirez, E. (2017). *Formulación de un Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, basado en un modelo de proyección de demanda hídrica en la hacienda Cabaña*. Palmira, Colombia .
- Reyes, H. (2018). *La protección del agua como derecho fundamental en la cuenca mayor del río Coello*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13504/2018hugoreyes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodriguez, p. (2009). *Zonificación de la disponibilidad del recurso hídrico de la microcuenca del río ciruelas* .
- Rusyanto. (2019). *CDM Smith Inc*. Obtenido de <https://www.cdmsmith.com/es/Client-Solutions/Insights/6-Water-Supply-Threats>
- Sabas, C. (2009). ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO BARBAS. *Scientia et Technica*.
- SDA. (2018). *RECURSOS HIDRICOS SUBTERRANEOS*. Obtenido de SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE: <http://ambientebogota.gov.co/aguas-subterranas>
- sen, c. (2006). *CALIDAD DE AGUAS- coello*. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/
- Siac. (s.f.). *SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL DE COLOMBIA*. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/gestionagua>
- Sostenible, M. d. (2013). *MINAMBIENTE*. Obtenido de MINAMBIENTE.
- Sostenible, m. d. (2018). *MINAMBIENTE*. Obtenido de MINAMBIENTE: http://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20T%C3%A9cnico_DGIRH_636558427715021823.PDF
- sostenible, M. d. (2018). *recurso hidrico*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/calidad/ordenamiento-del-recurso-hidrico>
- Tolima, C. (2014). *Informe definitivo ambiental especial* .
- Unesco. (2018). *Informe mundial de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hidricos 2018*.
- Valdes, Y., & Garcia, V. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *SciELO Analytics*.
- Wwap. (2012). *INFORME SOBRE EL DESARROLLO DEL RECURSO HIDRICO EN EL MUNDO*.

ANEXO 1

Municipio	Total muestr as	IRC A	Nivel de riesgo	No. muestr as urbano	IRCA Urba no	Nivel de riesgo urbano	No. muestr as rurales	IRC A Rur al	Nivel de riesg o rural
Alpujarra	22	11,6	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Alvarado	19	8,8	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Ambalema	19	10,3	Bajo	1	0,0	Sin riesgo	0	NC	NC
Anzoátegui	29	5,3	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Armero	42	2,9	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Ataco	13	53,0	Alto	0	NC	NC	0	NC	NC
Cajamarca	13	86,6	Inviabile sanitariamente	0	NC	NC	0	NC	NC
Carmen de Apicalá	19	4,2	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Casablanca	15	0,6	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Chaparral	13	7,7	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Coello	19	42,3	Alto	0	NC	NC	0	NC	NC
Coyaima	10	18,0	Medio	0	NC	NC	0	NC	NC
Cunday	18	13,4	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Dolores	16	5,5	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Espinal	41	1,3	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Falan	12	0,0	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Flandes	40	13,2	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Fresno	33	15,8	Medio	0	NC	NC	0	NC	NC
Guamo	21	5,5	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Herveo	27	5,1	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Honda	28	6,2	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Ibagué	409	45,0	Alto	233	46,1	Alto	28	72,9	Alto
Icononzo	23	4,5	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Lérida	17	11,9	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Libano	29	0,0	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Mariquita	37	2,1	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Melgar	31	1,7	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Murillo	21	5,8	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Natagaima	12	19,2	Medio	0	NC	NC	0	NC	NC
Ortega	31	7,6	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Palocabildo	10	31,9	Medio	0	NC	NC	0	NC	NC
Piedras	9	71,8	Alto	0	NC	NC	0	NC	NC
Planadas	16	86,7	Inviabile sanitariamente	0	NC	NC	0	NC	NC
Prado	18	75,5	Alto	0	NC	NC	0	NC	NC
Purificación	10	0,7	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Rioblanco	20	16,4	Medio	0	NC	NC	0	NC	NC
Roncesvalles	14	87,4	Inviabile sanitariamente	0	NC	NC	0	NC	NC
Rovira	33	1,4	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Saldaña	9	10,1	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
San Antonio	14	9,5	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
San Luis	12	2,6	Sin riesgo	0	NC	NC	0	NC	NC
Santa Isabel	7	64,3	Alto	0	NC	NC	0	NC	NC
Suárez	6	37,7	Alto	0	NC	NC	0	NC	NC
Valle de San Juan	12	84,9	Inviabile sanitariamente	0	NC	NC	0	NC	NC
Venadillo	12	5,7	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Villahermosa	16	10,8	Bajo	0	NC	NC	0	NC	NC
Villarrica	27	95,5	Inviabile sanitariamente	0	NC	NC	0	NC	NC
Total general	1324	26,6	Medio	234	45,9	Alto	28	72,9	Alto

NC: no calculada

fuente: SIVICAP- instituto nacional de salud