

Diseño del acueducto y alcantarillado para la comunidad de Puerto Saija, Timbiquí - Cauca

Jesús Alexis Prieto Luna
Ingrid Yasmina Vaca Piramanrique

Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniero Civil

Director: Ing. Jimena del Pilar Espeleta Díaz

Co-Director: Ing. Felipe Santamaría Alzate

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Bogotá D.C. 2018

Diseño del acueducto y alcantarillado para la comunidad de Puerto Saija, Timbiquí - Cauca

Jesús Alexis Prieto Luna

Ingrid Yasmina Vaca Piramanrique

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Bogotá D.C. 2018

NOTA DE ACEPTACIÓN _____

Firma del jurado

Firma del jurado

Ing. Jimena del Pilar Espeleta Díaz

Director de Grado

Ing. Felipe Santamaría Alzate

Co-director de Grado

Bogotá D.C.

Enero de 2018

Tabla de contenido

I.	RESUMEN.....	8
II.	INTRODUCCIÓN.....	9
1.	PRELIMINARES.....	9
2.	MARCO TEÓRICO.....	11
2.1.	Localización del proyecto Colombia.....	11
2.1.1.	Servicios públicos.....	13
2.2.	Localización Cauca.....	16
2.2.1.	Población.....	17
2.2.4.	Grupos étnicos del Cauca.....	18
2.2.5.	Servicios del Cauca.....	19
2.2.6.	Actividades económicas.....	21
2.3.	Localización de municipio Timbiquí.....	21
2.3.1.	Características geográficas.....	22
2.3.2.	Delimitación.....	22
2.3.3.	Información hidrológica.....	22
2.3.4.	Aspectos socioeconómicos.....	23
2.3.4.1.	Aspectos demográficos.....	23
2.3.5.	Grupos étnicos.....	23
2.3.6.	Educación.....	25
2.3.7.	Vivienda.....	27
2.3.8.	Hogares.....	29
2.4.	Actividades económicas.....	31
2.5.	Puerto Saija.....	31
2.5.1.	Caracterización básica de la zona donde se realizará el proyecto.....	32
2.5.2.	Sistema vial y de comunicaciones.....	32
2.5.3.	Climatológica.....	32
2.5.4.	Grupos étnicos.....	33
2.5.5.	Hidrografía.....	33
3.	DIAGNÓSTICO DE SOPORTE DEL PROYECTO.....	34
3.1.	Problemática.....	35
3.2.	Descripción de la situación existente con respecto al problema.....	35
3.2.1.	Causas directas.....	36
3.2.2.	Causas indirectas.....	36

3.2.3. Efectos directos	36
3.2.4. Efectos indirectos	36
3.3. Contribución a la política pública	36
3.3.1. Lineamientos normativos	37
3.4. Criterios de diseño.....	38
3.4.1. Acueducto.....	38
3.4.1.1. Proyección de la población.....	38
3.4.1.2. Proyección de los caudales.....	39
3.4.1.2. Tanque.....	43
3.4.1.3. Bombas.....	44
3.4.1.3.1. Calculo perdidas hidráulicas.....	44
3.4.1.4. Barcaza	46
3.4.1.4.1 Flotadores barcaza	47
3.4.1.4. Red de distribución del sistema de acueducto.....	51
3.4.1.4.1 Análisis de resultados de la modelación en EPANET 2.0 del sistema de acueducto.....	52
3.4.1.5. Red de alcantarillado	55
3.4.1.5.1 Análisis de resultados SWMM de la red de alcantarillado.....	56
4. CONCLUSIONES.....	57
5. RECOMENDACIONES	58
6. BIBLIOGRAFÍA:	59

Lista de Tablas

Tabla 1. Departamentos de Colombia.....	12
Tabla 2. Subregiones y Municipios del Cauca.....	17
Tabla 3. Población del municipio de Timbiquí (Cauca), 1993 – 2005).....	23
Tabla 4. Afrocolombianos e indígenas en los municipios y en el departamento del Cauca.	25
Tabla 5. Ríos y los respectivos corregimientos.....	34
Tabla 6. Datos de entrada	38
Tabla 7. Proyección de la población.....	39
Tabla 8. Consumo.....	39
Tabla 9. Población.....	42
Tabla 10. Datos tanque elevado.....	43
Tabla 11. Volumen del tanque	43
Tabla 12. Perdidas por fricción.....	45
Tabla 13. Perdidas por Accesorios.....	46
Tabla 14. Carga neta de succión disponible del disponible.....	46
Tabla 15. Verificación NPSH de la Bomba.....	46
Tabla 16. Cantidades de barcaza.....	48
Tabla 17. Cantidades de la estructura metálica.....	48
Tabla 18. Volumen desplazado.....	49
Tabla 19. Volumen flotador.....	49
Tabla 20. Datos calcular el empuje	49
Tabla 21. Cantidades de Pasarela.....	50
Tabla 22. Volumen desplazado (pasarela).....	50
Tabla 23. Volumen flotador (pasarela).....	50
Tabla 24. Datos calcular el empuje (pasarela)	51

Lista de ilustraciones

Ilustración 1- Necesidades Básicas Insatisfechas CENSO 2005.	13
Ilustración 2- Cobertura acueducto total.	14
Ilustración 3- Cobertura alcantarillado total.	15
Ilustración 4- Área residencial en el departamento de Cauca.	18
Ilustración 5- %Población Afrodescendiente en el departamento del Cauca.	19
Ilustración 6- Cobertura Acueducto y alcantarillado zona rural.	20
Ilustración 7- % Porcentaje de zonas cultivadas.	21
Ilustración 8- Servicios públicos de la subregiones y el Cauca.	28
Ilustración 9- estructura de la población por sexo y grupos de edad en el municipio de Timbiquí	30
Ilustración 10- Modelo red de distribución 2	52
Ilustración 11- Modelo red de distribución 1	52
Ilustración 12- Grafica de contorno a la 12 p.m.	53
Ilustración 13- Grafica de contorno a la 7 a.m.	54
Ilustración 14-Modelacion EPANET 2.0 diámetros de las tuberías.	54
Ilustración 15- Modelo Alcantarillado	55
Ilustración 16- Modelo Alcantarillado	56

I. RESUMEN

En el presente documento se hace una descripción de la localización y el estudio de población de Colombia, Cauca y el municipio de Timbiquí, al analizar cuál es la necesidad que más le urge a la población se procede dar una solución mediante una propuesta de realización de un acueducto y un alcantarillado para la comunidad de Puerto Saija, dando como un primer paso el diseño del acueducto y el alcantarillado con el fin de mejorar la calidad de vida de la población.

ABSTRACT

In this document, a description of the location, the population study of Colombia, Cauca and the municipality of Timbiquí is made, after analyzing what is the most urgent need for the population, we proceed to give a solution through a proposal of the realization of an aqueduct and a sewage system in the community of Puerto Saija, taking as a first step the design of the aqueduct and sewerage, in order to improve the quality of life of the population that is in this community.

II. INTRODUCCIÓN.

Se recopilaron datos cuantitativos para analizarlos y poder llegar a un punto de partida, que permita dar a conocer la zona donde más urge el sistema de acueducto y alcantarillado, esta recopilación se realizó teniendo en cuenta las necesidades que presenta Colombia en la cobertura de servicios; en el departamento del Cauca y en el municipio de Timbiquí, ya que es uno de los municipios del Cauca que presenta más déficit de cobertura de servicios públicos en las zonas rurales.

Posteriormente se evaluó que corregimiento o vereda del municipio de Timbiquí se beneficiara más número de habitantes con la prestación de servicio de acueducto y alcantarillado, como resultado el proyecto será en el corregimiento de Puerto Saija.

1. PRELIMINARES

1.1. Tema del proyecto:

Acueducto, alcantarillado y gerencia de proyectos.

1.2. Objetivos

Objetivo general

Elaborar el diseño de acueducto y alcantarillado para la comunidad de Puerto Saija, Timbiquí.

Objetivos específicos

- Identificar la localización del proyecto.
- Identificar los elementos de diseño del acueducto y alcantarillado.
- Realizar la red de acueducto y alcantarillado en un modelo hidráulico.

1.3. Metodología

La localización se realizó a partir de Colombia, después de dirigirse al departamento de Cauca, donde se evidencia que Timbiquí es uno de los municipios del Cauca que más déficit tiene respecto a la cobertura de servicios públicos, posteriormente nos dirigimos a la población de Puerto Saija, ya que es una comunidad que tiene un porcentaje alto de la población total de Timbiquí.

Después de evaluar cuál es la cobertura más importante para esta comunidad se procede a realizar un primer paso, que es el de diseño de un sistema de acueducto y alcantarillado. A continuación se muestran las fases del proyecto:

El proyecto tendrá tres fases:

1. Investigación y recolección de diferentes fuentes bibliográficas y documentos. Los resultados obtenidos de este proceso son muy útiles ya que permiten identificar la localización y la dimensión; aportan información para determinar el número de beneficiarios potenciales del proyecto.
2. Identificación de la necesidad, a la cual se da como solución la prestación de un servicio.
3. Se procede a presentar un producto, que para el caso es el diseño de acueducto y alcantarillado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Localización del proyecto Colombia.



Ilustración de la enciclopedia Colombia 2010-2016. [Figura]. Recuperado de: <http://www.encyclopediacolombiana.com>

Colombia es un país situado en la región noroccidental de América del Sur, entre los 4° de latitud sur y 12° de latitud norte, y entre los 67° y 79° de longitud oeste, lo limita el país de Venezuela al este, Brasil al sudeste, con Perú y Ecuador al sur, y Panamá al noroeste, cuenta con costas en los océanos Atlántico y Pacífico, y sus delimitación marítima y submarina, son Jamaica, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, República Dominicana y Haití.

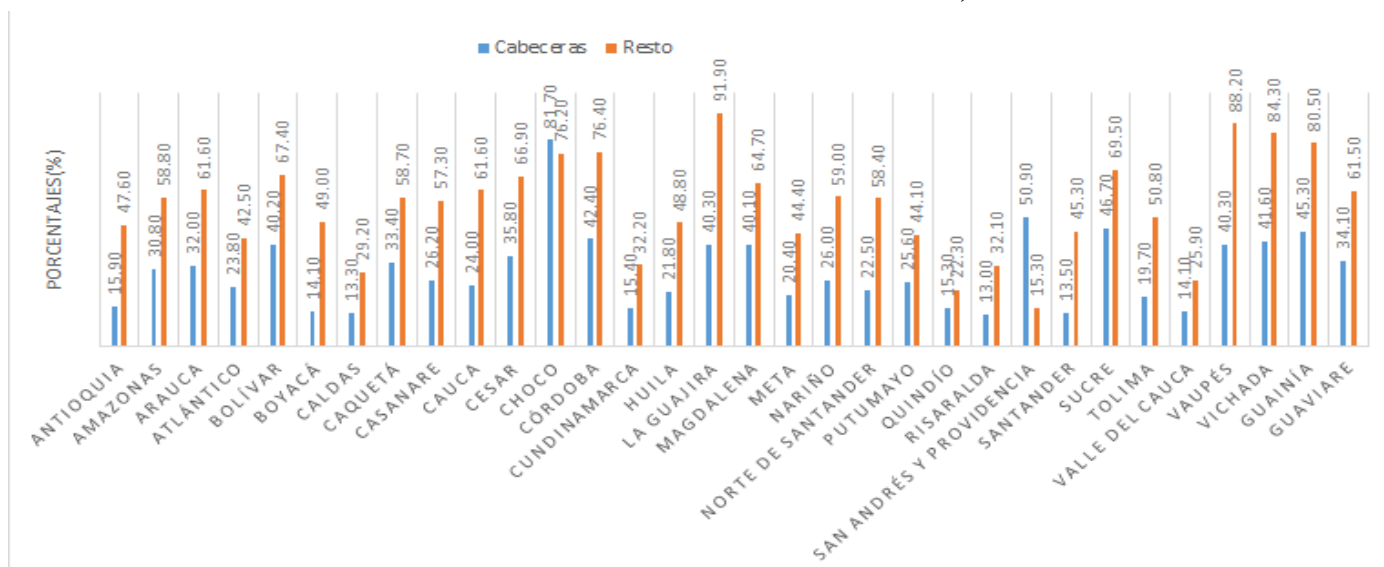
El país abarca una superficie de 1.141.748 km² y cuenta con alrededor de 49 millones de habitantes, siendo así la tercera en población en América Latina, se encuentra organizada políticamente en 32 departamentos descentralizados y su capital es la ciudad de Bogotá.

Tabla 1. Departamentos de Colombia.

Departamento	Capital	Departamento	Capital
Antioquia	Medellín	Meta	Villavicencio
Amazonas	Leticia	Nariño	Pasto
Arauca	Arauca	Norte de Santander	Cúcuta
Atlántico	Barranquilla	Putumayo	Mocoa
Bolívar	Cartagena	Quindío	Armenia
Boyacá	Tunja	Risaralda	Pereira
Caldas	Manizales	San Andrés y Providencia	San Andrés
Caquetá	Florencia	Santander	Bucaramanga
Casanare	Yopal	Sucre	Sincelejo
Cauca	Popayán	Tolima	Ibagué
Cesar	Valledupar	Valle del Cauca	Cali
Choco	Quibdó	Vaupés	Mitú
Córdoba	Montería	Vichada	Puerto Carreño
Cundinamarca	Bogotá	Guainía	Inírida
Huila	Neiva	Guaviare	San José del Guaviare
La Guajira	Riohacha	Magdalena	Santa Marta

Lamentablemente Colombia todavía presenta déficit de cobertura en necesidades básicas para la población, a continuación se evidencia los porcentajes de necesidades Básicas Insatisfechas por cada uno de los departamentos, según censo DANE 2005.

ILUSTRACIÓN 1- NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS, CENSO DANE 2005.



Fuente: Gráfica propia, información recuperada

de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/Bol_nbi_censo_2005.pdf

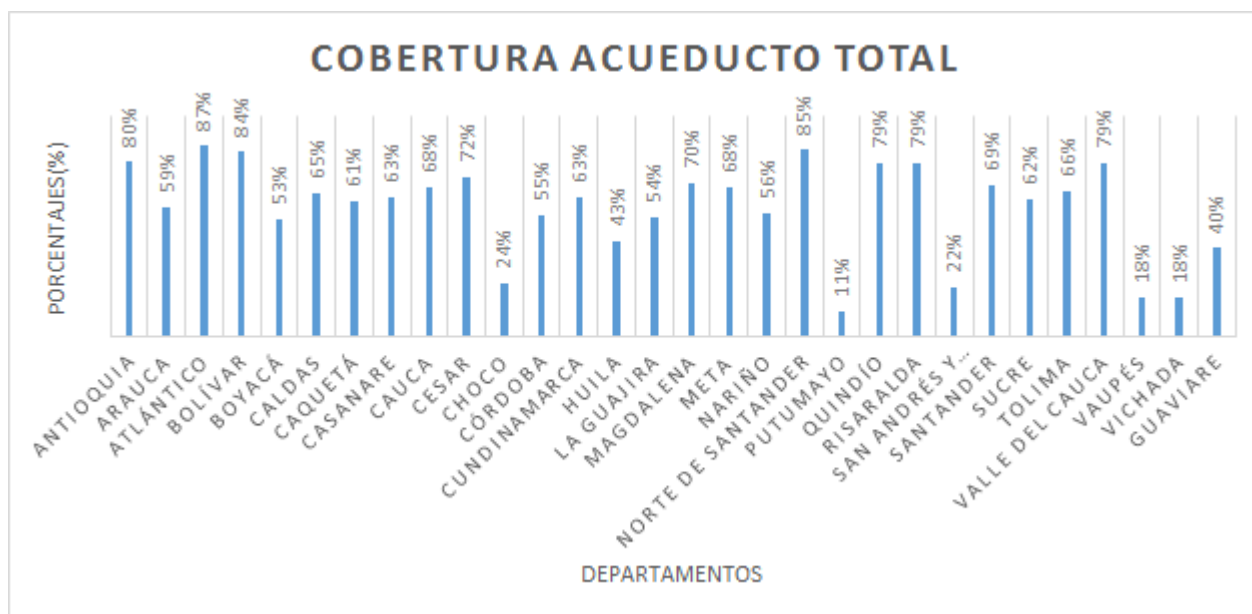
Se puede evidenciar que en Colombia las NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas), son más altas en sectores rurales y en las ciudades o en las partes centrales de los municipios es donde estas necesidades básicas insatisfechas son más bajas.

El departamento de Cauca es el noveno departamento con más NBI presentes, puesto que en la cabecera presenta un 24% y en el sector rural un 61.60 %, lo cual permite evidenciar que la población rural presenta un déficit muy grande.

2.1.1. Servicios públicos

En Colombia la cobertura de servicios públicos al que la población tiene acceso es al servicio de gas natural con un porcentaje de 20 %, siguiéndole el acueducto con un 84 % y la energía eléctrica con un 90 %, estos son los servicios básicos con lo que debe contar una persona para vivir dignamente, ya que una de las componentes a la hora de analizar las necesidades insatisfechas son viviendas con servicios inadecuados, según los indicadores del DANE.

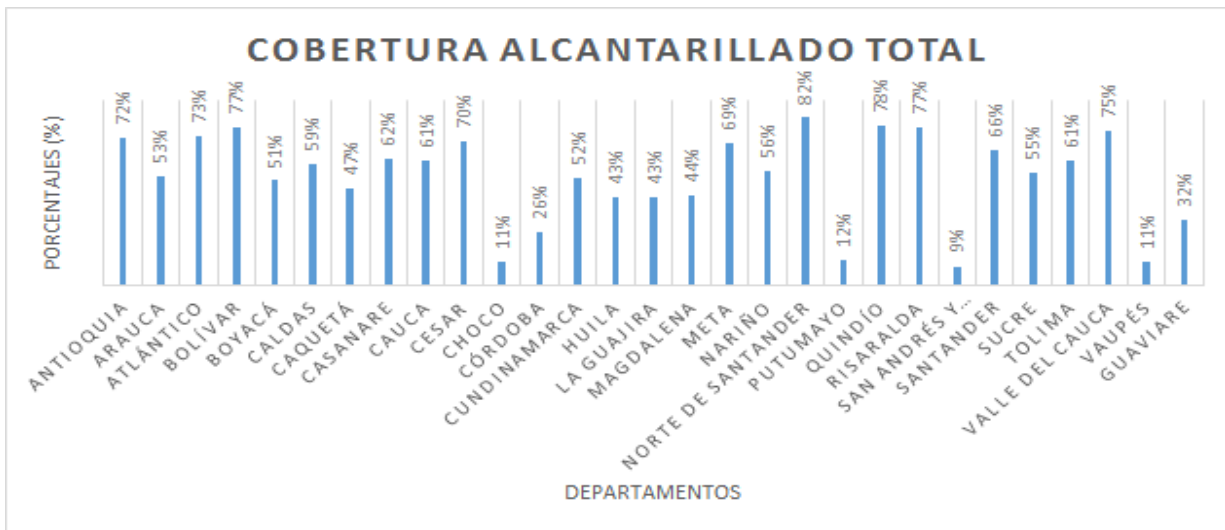
ILUSTRACIÓN 2- COBERTURA ACUEDUCTO TOTAL.



Fuente: Grafica propia, información recuperada de, informe de actualización de indicadores – sector de servicio de agua potable y alcantarillado y saneamiento básico, pag.24-Cámara de aguas y aseo ANDESCO

Se puede evidenciar de la gráfica anterior, que los departamentos que cuentan con menor cobertura de acueducto son: Putumayo (11%), Vaupés (18%), Vichada (18%), San Andrés (22%) y el Chocó (24%); y los departamentos que más tienen cobertura son: Atlántico (87%), Norte de Santander (85%), Bolívar (84%) y Antioquia (80%).

ILUSTRACIÓN 3- COBERTURA ALCANTARILLADO TOTAL.



Fuente: Gráfica propia, información recuperada de, informe de actualización de indicadores – sector de servicio de agua potable y alcantarillado y saneamiento básico, pag.25-Cámara de aguas y aseo ANDESCO

Se puede evidenciar de la gráfica anterior que los departamentos que cuentan con menor cobertura de alcantarillado son: Chocó (11%), Putumayo (12%), San Andrés (9%) y Vaupés (11%); los departamentos que más tienen cobertura son: Norte de Santander (82%), Quindío (78%), Risaralda (77%) y Bolívar (77%); coincidiendo estos departamentos con los que cuentan con menor cobertura de acueducto.

En la ilustración 2 y 3 se evidencia los departamentos que presentan bajos porcentajes de cobertura de acueducto y alcantarillado como lo son: Chocó, Putumayo, San Andrés y Vaupés se debe a condiciones climáticas, ambientales, topográficas, culturales y el costo de infraestructuras.

2.2.Localización Cauca

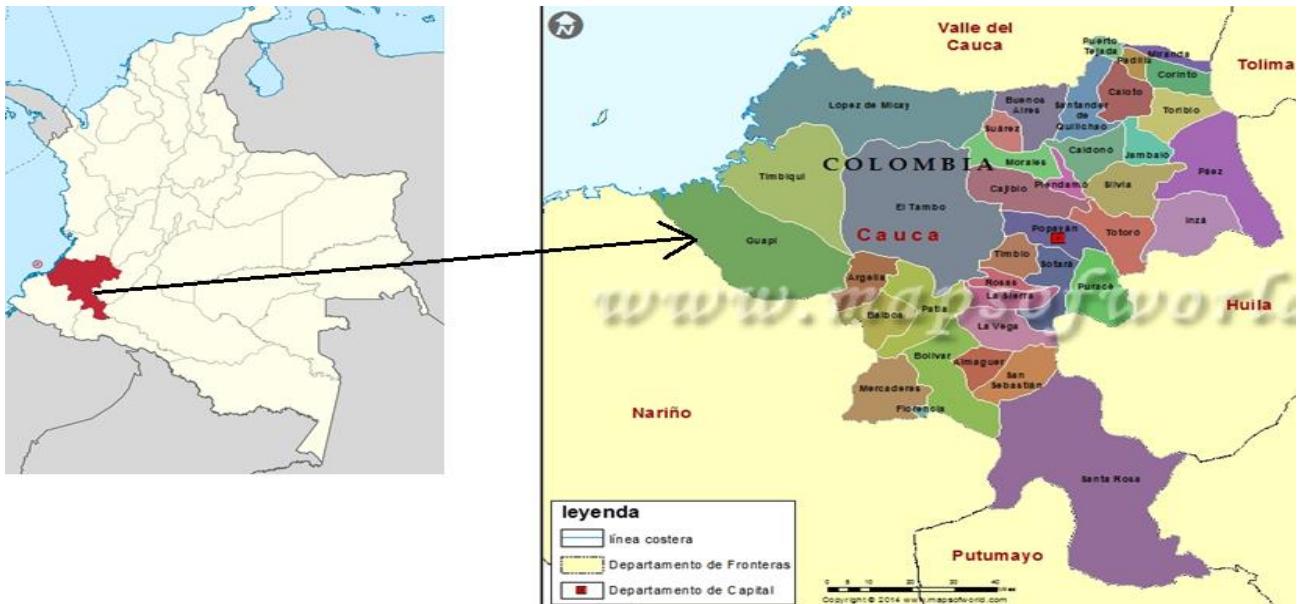


Ilustración de Mapas de Colombia. [Figura]. Recuperado de: <https://espanol.mapsofworld.com>

Está situado en la zona sur-occidental de Colombia, es un departamento que se encuentra dividido en 42 municipios y su capital es la ciudad de Popayán. Su latitud norte: $00^{\circ}58'54''$ y $03^{\circ}19'04''$ y la longitud Oeste: $75^{\circ}47'36''$ y $77^{\circ}57'05''$, el departamento del Cauca tiene una superficie aproximada de 29.308 km^2 . Este departamento delimita por el norte con el departamento del Valle del Cauca, por el este con los departamentos de Tolima, Huila y Caquetá, por el sur con Nariño y Putumayo y por el oeste con el océano Pacífico.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi ha agrupado el departamento en siete subregiones.

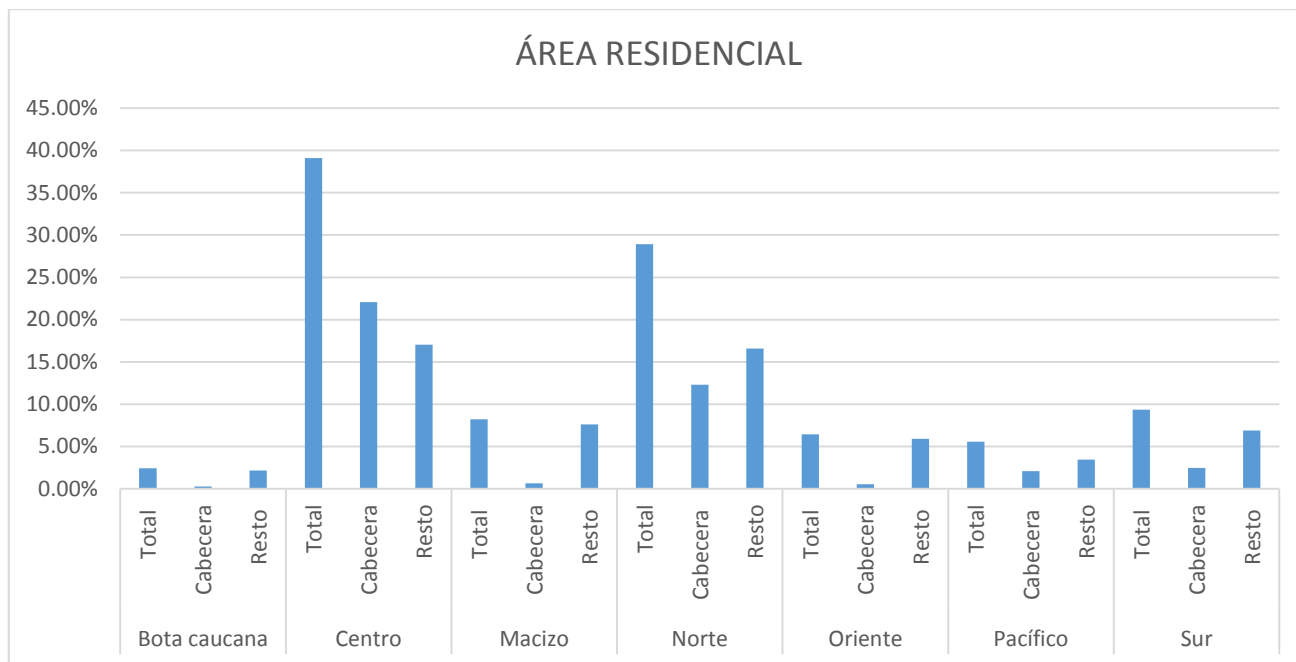
Tabla 2. Subregiones y municipios del Cauca.

SUBREGION	MUNICIPIOS
Bota Caucana	Piamonte, Santa Rosa y San Sebastián
Centro	Cajibío, El Tambo, Morales, Piendamó, Popayán, Puracé, Silvia y Timbío
Macizo	Almaguer, La Sierra, La Vega, Rosas y Sotará
Norte	Buenos Aires, Caldono, Caloto, Corinto, Guachené, Jambaló, Miranda, Padilla, Puerto Tejada, Santander de Quilichao, Suárez, Toribío y Villa Rica
Oriente	Inzá, Páez y Totoró
Pacífico	Guapi, López de Micay y Timbiquí
Sur	Argelia, Balboa, Bolívar, Florencia, Mercaderes, Patía y Sucre

2.2.1. Población

El departamento cuenta con 83 resguardos y atraviesa 150 kilómetros de la costa del Pacífico. Según el último reporte del censo del DANE de 2005, Cauca tenía 1.268.937 habitantes siendo el quinto departamento con mayor porcentaje de población, mientras en Colombia la población rural era el 25,7% del total, en Cauca esta cifra supera el 60%.

ILUSTRACIÓN 4- ÁREA RESIDENCIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CAUCA.



Fuente: Grafica propia, información recuperada de, análisis situación salud Cauca, pag.29-Ministerio de Salud.

En el centro de influencia que es Popayán, es donde se encuentra más población, ya que la mayoría de población Colombiana se dirige a las grandes ciudades en búsqueda de trabajo y una mejor calidad de vida; en el centro del departamento del Cauca es donde la economía se mueve puesto que se ubica la mayor parte de agricultura y ganadería.

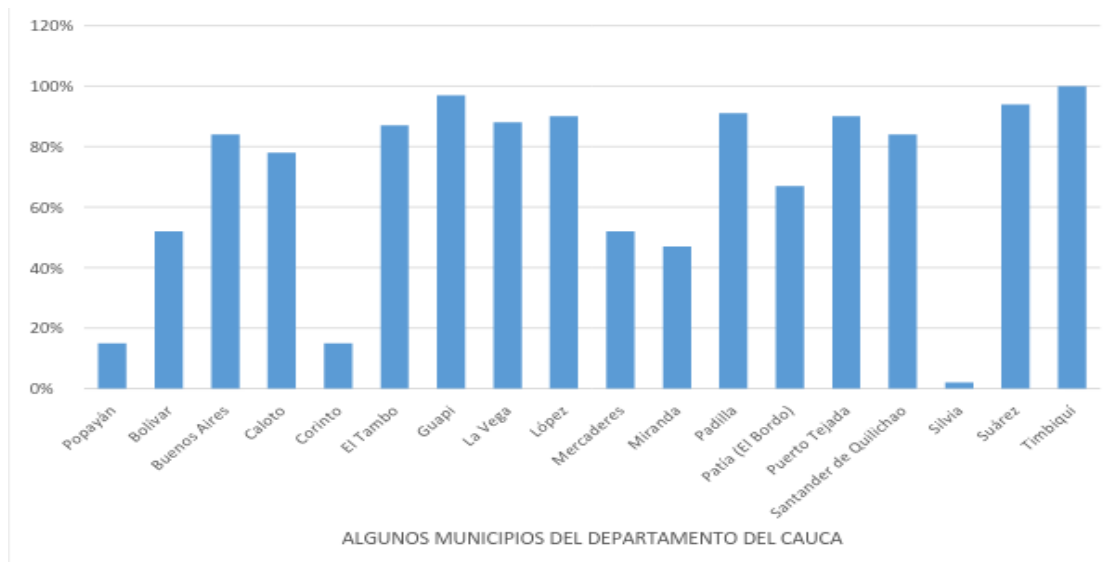
2.2.4. Grupos étnicos del Cauca

En el Cauca se encuentran siete etnias indígenas:

Nombre de la comunidad indígena
Los Yanacona
Los Ingas
Los Kokonukos
Los Totoroes
Los Paéces
Los Eperara
Los Siapidara.

De la cuales el 21,02% del Cauca son indígenas y el 21,6 % son población afrodescendientes, según el censo del DANE 2005, en la siguiente grafica se evidencia como se encuentra distribuida la población afrodescendiente en los municipios del departamento de Cauca.

ILUSTRACIÓN 5- % POBLACIÓN AFRODESCENDIENTE EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.



Fuente: Grafica propia, información recuperada de, *Estadísticas de la Población Afrocolombiana*, de la página:

<http://axe-cali.tripod.com/estadisticas-c.htm>

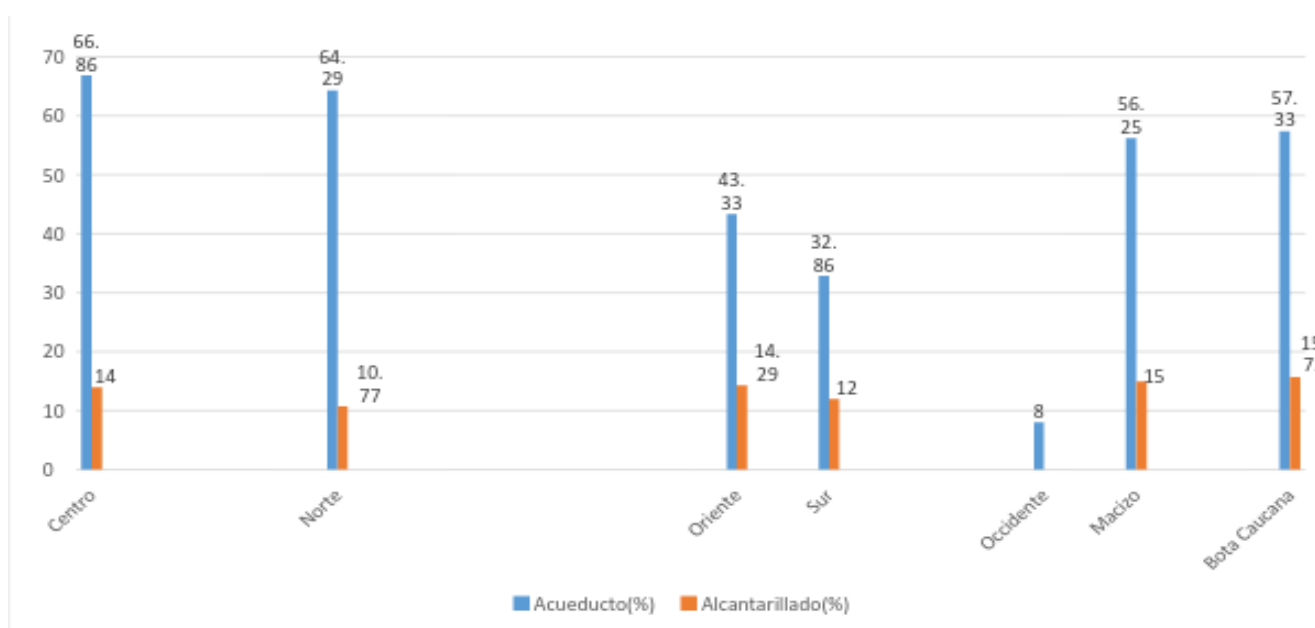
Como se puede observar en la gráfica en promedio el 69 % de la población de Cauca son afrodescendientes.

2.2.5. Servicios del Cauca

La cobertura de acueducto y alcantarillado en los diferentes municipios es indispensable, ya que la mayoría de planes de desarrollo se plantean a partir de la cobertura, calidad y continuidad del servicio de agua, puesto que es de suma importancia contar con este servicio para realizar cualquier actividad, sin embargo no todos los municipios cuentan con este servicio, según el plan departamental para el manejo empresarial de los servicios de agua y saneamiento, las poblaciones

con más baja cobertura son el municipio de Villa Rica que cuenta con una cobertura urbana de 88.8% acueducto y un 84% de alcantarillado y municipio de Timbiquí ya que este municipio tiene una cobertura de 35% de acueducto y un 18.26% de alcantarillado en la zona urbana, lo que quiere decir que menos de la mitad de población cuenta con este servicio y se encuentra bajo el promedio de cobertura con respecto a los demás municipios de Cauca.

ILUSTRACIÓN 6- COBERTURA ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO ZONA RURAL.

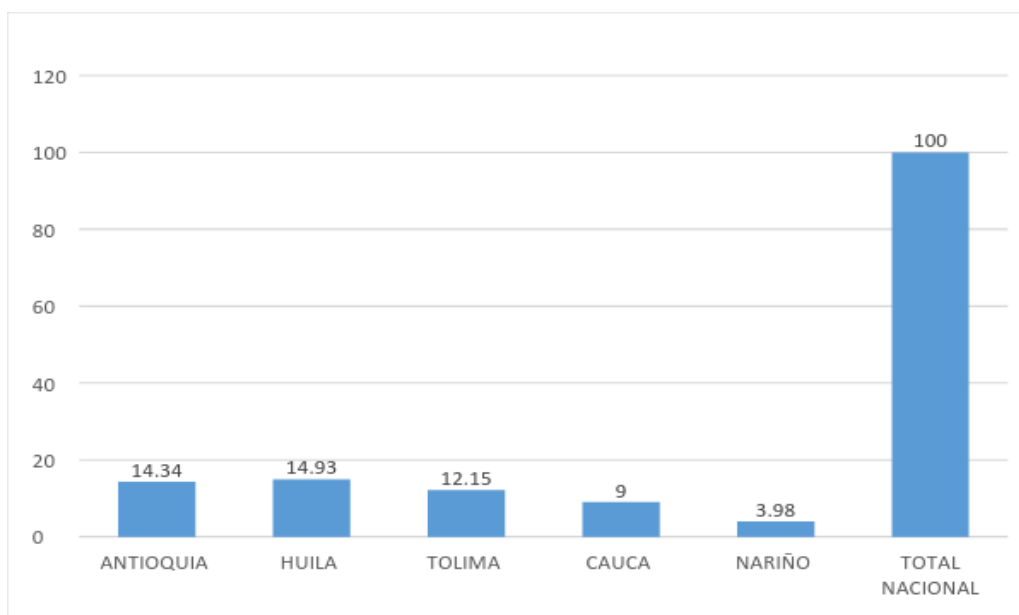


Fuente: Gráfica propia, datos recuperados de Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los servicios de Agua y Saneamiento, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, pag 9,10

La Constitución Política de Colombia establece como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución de las necesidades básicas insatisfechas entre las que está el acceso al servicio de agua, pero en Colombia existen muchas zonas donde no se llega ni al 50% de cobertura del acceso a acueducto y alcantarillado, un claro ejemplo se presenta en el departamento del Cauca donde en promedio se tiene un 47% de acceso a acueducto y un 12% de alcantarillado, esto significa que se está presentando alto porcentaje de necesidades básicas insatisfechas, generando que la población presente mala calidad de vida ya que genera enfermedades.

2.2.6. Actividades económicas.

ILUSTRACIÓN 7- % PORCENTAJE DE ZONAS CULTIVADAS.



Fuente: Grafica propia, datos recuperados de sociedad de agricultores de Colombia. Recuperado de:

<http://www.sac.org.co/es/>

Cauca es uno de los departamentos menos productivos ya que el 36,41% son suelos destinados a la conservación y 25,11% a producción y protección forestal, teniendo limitaciones para ser un municipio productivo; también no existe quien se interese en invertir allí puesto que el acceso es restringido generando más costos al realizar cultivos en esta zona.

2.3. Localización de municipio Timbiquí.

El municipio de Timbiquí fue fundado a finales del Siglo XVIII, en donde se trajo un gran número de población afro la cual se usaría para la explotación aurífera. El municipio de Timbiquí se ubica en la costa del Pacífico Colombia, el área del municipio es de 1.813 km², la temperatura promedio de 28°C, es uno de los entes territoriales más extensos en la zona al

representar un 6.2% aproximadamente de la superficie departamental y un 17.2% de la extensión de la Cuenca Pacífico. El municipio cuenta con 28 corregimientos y 48 veredas

2.3.1. Características geográficas.

Latitud Norte: 2°45, Longitud Oeste: 77°40. Distancia a la Capital del Departamento en Km: 580. Altura sobre el nivel del mar: 5m- 3m.

2.3.2. Delimitación

El municipio de Timbiquí se encuentra limitado, según el DNP (2013), de la siguiente manera, por el Norte: López de Micay, Oriente: El Tambo y Argelia, Sur: Guapi, Occidente: El Océano Pacífico.

2.3.3. Información hidrológica

- El río Bubbuey: sus afluentes son la quebrada Patico, Quebrada Yucal y Brazo Chira
- El río Bubuyecito, Cotege, Cupi,
- El río Llantin Patia del Norte
- El río Saija: sus afluentes son quebrada Santa Rosa, Río Cupi, Río Patia del Norte, Río Infí, Río San Bernardo
- El río Sese
- El río Sesequito
- El río Timbiquí: sus afluentes son Quebrada Pichinambo, Río Cheté, Río Coteje, Río Sesé.

2.3.4. Aspectos socioeconómicos.

2.3.4.1. Aspectos demográficos.

En el municipio de Timbiquí la población se concentra en el sector rural, como es común en la mayoría de municipios.

Tabla 3. Población del municipio de Timbiquí (Cauca), 1993 – 2005).

POBLACION	1993	1995	2000	2005
TOTAL	22.922	28.422	32.732	37.551
CABECERA	2.980	3.569	4.781	6.255
RESTO	19.942	24.853	27.951	31.296

Fuente de los datos: Censo de Población DANE (2005).

En la información obtenida del DANE se evidencia que la población Timbiquí tiende a establecerse en zona no urbana, ya que la mayoría de población es indígena y raizal. En los últimos años se ha evidenciado que la población que vive en la cabecera incrementa entre el 13% y 17%.

2.3.5. Grupos étnicos

De acuerdo al censo del DANE 2005, el 86,4% de la población de Timbiquí se auto reconoce como raizal, palanquero, negro, mulato, afrocolombiano o afrodescendiente, y el restante pertenece a grupos indígenas de los cuales se puede referenciar su ubicación a 4 resguardos los cuales son : Infí, Guangüí, San Isidro de Bubuey, Calle de Santa Rosa, Almorzadero, Nueva Unión, distribuidos en 14 localidades y 19 asentamientos en los ríos Timbiquí y Saija que todavía no adquieren la connotación de resguardo.

Los dos grupos indígenas que se encuentran son los Eperara Siapidara y Embera, el primer grupo enfocados a la pesca, caza, artesanías, minería y agricultura, mientras que los Embera viven en zonas selvática, los cuales han sido afectados por la violencia, los cultivos ilícitos como son la coca, la minería ilegal generando desplazamiento forzado.

La actividad social y económica de los pobladores negros de la Costa Caucana desenvuelve a lo largo de los ríos Saija, Timbiquí y Bubuey:

En la franja costera desde hace unos doscientos años aproximadamente, cuando se traían esclavos estos se fugaban de los puertos de desembarque, de las haciendas, de las minas, de las casas donde prestaban servicio domésticos y se establecían en comunidades negras que dieron origen a una serie de caseríos ribereños, los cuales proveían sus alimentos sobre las orillas de los ríos o del mar que sobreviven aun en condiciones de dificultad por la carencia de servicios.

Cuando se descubrió América se dio la conquista de tierras, entre estas las zonas costeras donde se encontraba grupos indígenas, las cuales para la corona debían ser evangelizadas, ya que para la corona estas comunidades eran salvajes, algunos para no ser sometidos a este gran cambio se resguardaron en los adentros de las selvas. Las comunidades indígenas asentadas actualmente en el Municipio de Timbiquí mantienen el dominio territorial de sus resguardos principalmente en las áreas de transición entre la zona de manglar y la zona aluvial; estas comunidades pertenecen a la etnia de los Embera, Eperaara Siapidaara ubicadas en la cuenca alta, media, y baja de los ríos Saija y Bubuey.

La subregión pacífico se encuentra compuesta por Guapí, López de Micay y Timbiquí ubicados en la margen derecha del mar pacífico y su principal interconexión lo hacen por medio de 3 ríos (Timbiquí, Saija, Bubuey).

Tabla 4. Afrocolombianos e indígenas en los municipios y en el departamento del Cauca.

Unidad	Indígena Cabecera	Indígena Resto Rural	Indígena Total	Afrocolombianos cabecera	Afrocolombianos resto	Afrocolombianos total	Indígenas sobre total manifestaron pertenencia a una etnia	Afrocolombianos sobre total manifestaron pertenencia a una etnia
Guapí	15	72	87	16.071	8.031	24.102	0,40%	97,30%
López	0	0	0	3.505	6.796	10.301	0,00%	97,90%
Timbiquí	5	1.571	1.576	2.356	10.759	13.115	10,40%	86,10%
Región Pacífica	20	1.643	1.663	21.932	25.586	47.518	3,30%	94,10%
Total Cauca	17.229	231.303	248.532	126.467	129.555	256.022	21,50%	22,20%

Fuente de los datos: DANE Censo de 2005.

Esta subregión representa el 21,5 % de los grupos indígenas del Cauca y el 22,2% de comunidades afrocolombianos, evidenciando que esta subregión es de suma importancia cultural; también se puede evidenciar que el mayor porcentaje de indígenas de esta subregión se encuentra en el municipio de Timbiquí, con respecto a los municipios de Guapí y López.

2.3.6. Educación

Según el DANE con base a las cifras del Censo 2005, el analfabetismo tiende a ser mayor en la zona rural del departamento de Cauca con un 43,1 % de población analfabeta y 38,4% es analfabeta en el municipio de Timbiquí.

La población del municipio de Timbiquí solo un 4,3% alcanza otro nivel de educación aparte de bachiller, el 42,2% cruza hasta la primaria y el 30,3% de la población no tiene ningún nivel de educación. Actualmente este municipio cuenta con 37 instituciones educativas. En la cabecera

municipal se tienen dos planteles educativos de básica secundaria que son El colegio Santa Clara de Asís y la Institución educativa Itajo; en el área rural los corregimientos con que cuentan formación en básica secundaria son: Puerto Saija, Santa Rosa, San Bernardo, Resguardo de Guanguí, sobre el río Timbiquí los corregimientos de Coteje y Santa María. La institución Santa Clara en la Cabecera municipal tiene jornada nocturna. En el área rural en Saija en su parte media se ha tratado de implementar programas para aquellos jóvenes que no han cursado su secundaria pero presenta dificultad ya que pertenecen a poblaciones muy dispersas.

El municipio de Timbiquí dispone de algunos programas técnicos con el SENA en manipulación de alimentos, archivo, entre otros, como joyería. En cuanto a la formación para el empleo, el SENA dicta acciones de formación en asocio con las instituciones ya presentes en el territorio, con miras a labores de gestión.

Por rango de edades de acuerdo con el DANE, en el rango de 3 a 5 años los niños que asisten a establecimiento educativos son del 28,1%, los niños de 6 a 10 años asisten el 69,3%, para las edades de 11 a 17 años es del 70,4%, lo cual evidencia que la mayor asistencia se da entre 6 a 17 años, los cuales deben estar entre la primaria y el bachillerato, mientras que los porcentajes más bajos se da en 27 años y más, puesto que esta es de un 3,3 %. Estos resultados es en gran medida por los bajos ingresos de la población y las grandes distancias, ya que las familias no pueden asumir los altos costos de movilización de los menores en edad escolar para recibir las clases, también dado a que los jóvenes se retiran de sus estudios para ingresar al mercado laboral a temprana edad; en otros casos es determinada por factores culturales como el nivel de educación de los padres (lo cual de alguna forma transmiten la desmotivación por la formación académica), pero también por la desnutrición infantil y la violencia intrafamiliar y social, que en

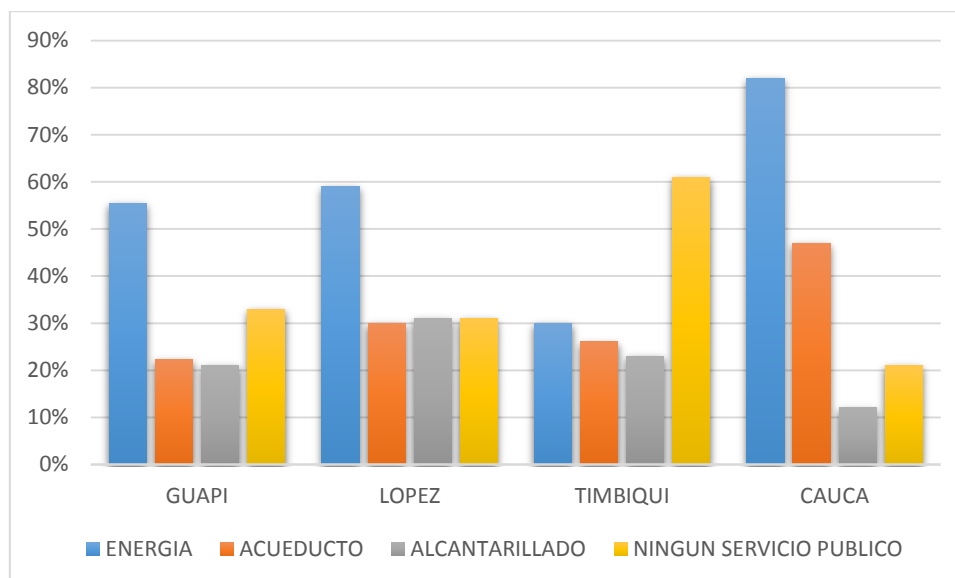
su conjunto juegan un papel muy negativo. Sumado a esto se encuentra la deficiente infraestructura de las instituciones educativas y la falta de materiales pedagógicos acordes a las necesidades actuales de los estudiantes, y por último, la poca posibilidad de acceder a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

2.3.7. Vivienda

Para el municipio de Timbiquí, las viviendas temporales o permanentes se ubican en relación con el río, quebrada o playa, se encuentran construidas en madera especialmente de cuaguaré y sajó, con cubiertas de zinc o paja de la palma de naidí, también existen viviendas en ladrillo, la gran mayoría de viviendas que se encuentra sobre los ríos son levantadas sobre pilotes, estas construcciones se denomina palafito que se caracterizan por tener un espacio entre la base y el suelo que permite protegerse en épocas de invierno, de la marea alta, de inundaciones y de animales.

El 94,5% de esta población vive en casas, mientras que solo el 0,7% vive en apartamentos, según el censo del 2005 realizado por el DANE, pero estas cuentan con problemas en los servicios públicos; en la siguiente grafica se puede evidenciar como se encuentra la subregión con respecto a cauca en servicios públicos.

ILUSTRACIÓN 8- SERVICIOS PÚBLICOS DE LA SUBREGIONES Y EL CAUCA.



Fuente de los datos: DANE Censo de 2005.

La grafica permite evidenciar que entre las subregiones, el municipio que más presenta problemas es Timbiquí ya que el 61% de la población no cuenta con ningún servicio público y los servicios de energía, acueducto, telefonía, alcantarillado se encuentra bajo el rango de la región de Cauca en genera..

En el municipio de Timbiquí la cabecera municipal tiene un sistema de colectivo de acueducto, el cual el agua proviene de la quebrada Súrula que abastece el 75% de la población, el 17,7% de la zona rural tiene este servicio, el resto de viviendas deben transportar manualmente el agua hasta la casa. El acueducto que función allí es con tanques de abastecimiento que funcionan por gravedad, paras siete corregimientos, dos de ellos cuentan con un sistema de bombeo, sin embargo esta agua no es potable, ya que no cuenta con un sistema de purificación.

De otro lado, la cobertura de servicio sanitario y alcantarillado para subregión de Cauca es casi nula, en los municipios de Guapi, López de Micay y Timbiquí se encuentra bajo el promedio del departamento en poder acceder de este servicio, con unos porcentajes de 41,26% Guapi, 20,90% municipio de López de Micay y Timbiquí con el porcentaje más bajo con un 15,30%, en el cual solo

en 5 de los 28 corregimientos cuentan redes para este servicio (Santa María, Coteje, San José, San Bernardo y Santa Rosa) y los que no cuentan con el servicio de alcantarillado hacen uso directo a los ríos generando contaminación y daño a los diferentes ecosistemas que se encuentran en esta región.

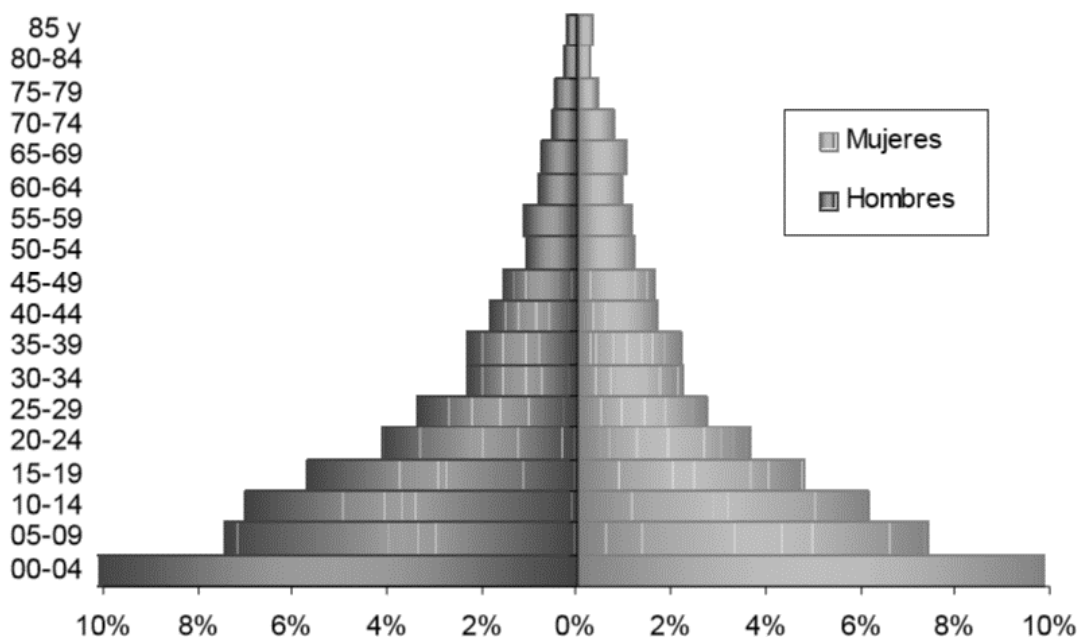
En las viviendas de Timbiquí solo el 29,1% tiene acceso a energía eléctrica, el 25,4% pueden acceder a acueducto y 15,7% tienen acceso a alcantarillado según el DANE 2005, esto deja evidenciar el déficit que tiene población para poder acceder a servicios públicos, generando que ocurra una desmejora respecto a la calidad de vida de la población y la satisfacción de sus necesidades básicas. Según el DANE 2005, el 46.4% de la población del departamento de Cauca presenta necesidades básicas insatisfechas (NBI): el 24% de la población de las cabeceras y el 62% de la población del área rural.

Al comparar los municipios Guapí, Timbiquí y López de Micay, los niveles de NBI según datos del Dane (2005), reporta que en promedio el 68% de la población de esta región presenta necesidades básicas insatisfechas superior al nivel del departamento, esto quiere decir que es hora de mejorar la calidad de vida de la población que habita allí.

2.3.8. Hogares.

La población del municipio de Timbiquí el 51% de la población son hombres y el 49% son mujeres, de los cuales como se puede evidenciar en la siguiente grafica el porcentaje más alto son niños y jóvenes.

ILUSTRACIÓN 9- ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD EN EL MUNICIPIO DE TIMBIQUÍ



Fuente de los datos: DANE Censo de 2005.

Los hogares del municipio de Timbiquí presentan problemas para satisfacer sus necesidades básicas, sus condiciones de infraestructura, situación económica y acceso al estudio, puesto que se presenta viviendas inadecuadas, servicios inadecuados, hacinamiento crítico, alta dependencia económica, ausentismo escolar y miseria. En los hogares de este municipio el 47,1% viven cuatro o menos personas, mientras que 52.9% más de cuatro personas.

En el municipio de Timbiquí la gente cambia de residencia por la falta de empleo y no existe mucha motivación para invertir, ya que este se presenta conflicto, también los niveles de capacitación de la personas son bajos, falta organización en las comunidades no existe casi gestión de los recurso, el acceso a la salud es bajo y existe minería ilegal en el municipio.

2.4. Actividades económicas.

En el municipio de Timbiquí, la población se dedica al comercio y los servicios, según Dane(2005) el 50% de la población se dedica al comercio y el 50% restante se dedica a realizar actividades de servicio a la población del municipio, las principales actividades económicas en el municipio en términos de generación de empleo, ingresos y dinamizar las economías locales, actualmente se encuentran los sectores pesqueros, coco chontaduro, barajó, papa china, plátano, banano, yuca y caña panelera, la cual realizan la bebida “viche”, la cual es autóctona de la región y la venden fuera del municipio. Las actividades económicas que realizan las comunidades indígenas, no están claramente articuladas con el mercado o el dinero, así mismo son los ingresos para estas familias, a diferencia de los afro descendientes, sin embargo algunas comunidades indígenas se incursionan en el mercado a través de las artesanías.

2.5. Puerto Saija

En el contexto departamental se encuentra que Puerto Saija no hace parte de las dinámicas económicas y sociales principales del Cauca, siendo esto una causa de su falta de progreso en la actualidad. Esta problemática hace que los habitantes de Puerto Saija tengan una baja calidad de vida con un alto índice de necesidades básicas insatisfechas (DANE, 2005) Se hace necesario satisfacer una de las necesidades en las que fundamenta este proyecto, la realización de un diseño de acueducto y alcantarillado.

2.5.1. Caracterización básica de la zona donde se realizará el proyecto.

El corregimiento de Puerto Saija, se encuentra ubicado en el departamento del Cauca, dentro del municipio de Timbiquí. La temperatura media anual de la región es mayor a 24°C, la humedad relativa es del 80-90% anual. (IDEAM, 2016).

2.5.2. Sistema vial y de comunicaciones

Según el diagnóstico realizado por , Acevedo,D,& Casallas,I (2016), la estructura general de la red vial urbana del corregimiento de Puerto Saija, algunas vías contienen asfalto y la gran parte son senderos en madera, este corregimiento su vía de comunicación es fluvial, mediante barcos pesqueros, barcazas y lanchas que permiten la comunicación al corregimiento el Tigre, corregimiento Sagrado Corazón de Jesús, San Agustín, al municipio de Guapi y Tumaco, mediante el Rio Saija y Océano pacifico.

2.5.3. Climatológica

El corregimiento de Puerto Saija se encuentra ubicado sobre el río Saija, río que conecta directamente con el Océano Pacífico y con el río Timbiquí. Las condiciones climáticas permiten que se encuentra una gran diversidad de fauna, entre otras especies se encuentran: la garza blanca, el pato cuervo, el Martín pescador, el tigrillo, la nutria y el oso hormiguero, puesto que se encuentra a una temperatura entre 28°-24°C. En cuanto a la flora se encuentran, el árbol sajo, la palma de coco y la palma naidí (INVEMAR, 2009, pp. 110-111).

2.5.4. Grupos étnicos

En el municipio Timbiquí la población indígena representan el 8,71%, los cuales pertenece a la comunidad Eperara Siapidara y de acuerdo censo 2005 del DANE el 86,1% de la población se auto reconoce raizales, palenqueros, mulatos y afrodescendientes. En este municipio en el corregimiento de Puerto Saija, se encuentra uno de los consejos comunitarios más importantes de Cauca, el cual es el Consejo Comunitario Parte Baja Rio Saija, el cual cuenta aproximadamente con 3000 habitantes y pertenecen a ASOCONCEJO.

Las comunidades asentadas en el río Saija han sufrido diferentes episodios de violencia en sus territorios, enfrentamientos entre grupos armados organizados con presencia en la zona y otras acciones armadas generaron desplazamientos masivos, restricciones a la movilidad y riesgos de desplazamiento en comunidades indígenas Eperara Siapidara, comunidad afrodescendiente del Consejo Comunitario de la Parte Alta Sur del Río Saija.

2.5.5. Hidrografía.

El Municipio de Timbiquí se encuentra bañado por una serie de ríos, los cuales en la siguiente tabla, se encuentra con los respectivos corregimientos y población, que beneficia.

Tabla 5. Ríos y los respectivos corregimientos.

Rio	Corregimiento	No. habitantes	Población total
TIMBIQUÍ	Cabecera, Santa María, San José, Coteje, Corozal, Cheté, Realito, El Charco, Cuerval, Chacón, Brazo Corto, San Miguel del R	10,900	50,72%
SAIJA	Puerto Saija, Santa Rosa, San Bernardo, Peté, Boca de Patía, Los Brazos, Guangüí , Soledad de Yantín, Cupí, Camarones, San Infí, Angostura , Cabecital , Pizarez , La Brea, San Isidro	10,073	46,87%
BUBUEY	Bubuey	517	2,41%

Fuente: Estudio de Perfil productivo rural y urbano del municipio de Timbiquí, Cauca Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, pag.16.

3. DIAGNÓSTICO DE SOPORTE DEL PROYECTO

Actualmente el corregimiento de Puerto Saija no cuenta con un sistema de acueducto y alcantarillado, según el diagnóstico realizado por Acevedo, D, & Casallas, I (2016), por ende se hace necesario realizar el diseño de acueducto y alcantarillado.

En la recopilación de la información se evidencio que el municipio de Timbiquí necesita la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, sin embargo el corregimiento de Puerto Saija es que más urge la prestación de estos servicios, ya que es un punto que permite la comunicación del municipio de Timbiquí con el municipio de Guapi y Tumaco, también con los corregimientos el Tigre, corregimiento Sagrado Corazón de Jesús, San Agustín.

3.1. Problemática

Deficiente prestación de servicio de acueducto y alcantarillado en el corregimiento de Puerto Saija en el municipio Timbiquí, a partir de esta problemática se realiza una propuesta que se direcciona a una inversión social, ya que se va a centrar en las personas de Puerto Saija y en el mejoramiento de sus condiciones de vida, en el sector de servicios básicos, este tipo de proyectos el ciclo de vida se da en la etapa de diseño e implementación, el cual en este proyecto a presentar se llevara hasta la etapa de diseño; según Walter Valencia (2010), en esta etapa se realizan tres actividades que son “1.identificación de problema, 2.elaboración de propuesta de intervención, 3.evaluación de presupuesto”, más sin embargo no se realizara la evaluación del presupuesto.

3.2. Descripción de la situación existente con respecto al problema

Actualmente el municipio de Timbiquí, el 61% la población no cuenta con ningún tipo de servicio y los que cuenta con el servicio de acueducto y alcantarillado son un 75% en la zona urbana, mientras que la zona rural cuenta con 17,7%,(DANE 2005), ocasionando graves problemas de salud.

Las necesidades de contar con agua y un sistema de saneamiento básico son de las más sentidas en el sector del corregimiento de Puerto Saija, ya que su crecimiento cada vez es mayor y no se ha dado una de cobertura de este tipo de servicio. En el plan de desarrollo del municipio de Timbiquí tiene como una de sus prioridades optimizar los niveles de suministro de agua potable en la cabecera municipal y en zonas rurales, para mejorar la calidad y condiciones de vida de sus habitantes.

La información que se presentara a continuación es realizada con la metodología General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública (MGA).

3.2.1. Causas directas

- ✓ Inexistencia de un sistema de recolección de aguas residuales.
- ✓ Inexistencia de un sistema de acueducto para los habitantes de Puerto Saija.

3.2.2. Causas indirectas

- ✓ Falta de diseños de acueducto y alcantarillado.
- ✓ Falta de inversión en la cobertura de servicios.

3.2.3. Efectos directos

- ✓ Prestación insuficiente de los servicios de acueducto y alcantarillado en cobertura.
- ✓ Existencia de problemas de salud pública en este sector de la población

3.2.4. Efectos indirectos

- ✓ Carencia en la recolección y evacuación de las aguas residuales
- ✓ Bajos niveles de la calidad de vida
- ✓ Deterioro del entorno ambiental.
- ✓ Incremento de los vectores epidemiológicos.

3.3. Contribución a la política pública

- ✓ PLAN DE DESARROLLO NACIONAL: El proyecto que se pretende realizar, se encuentra incluido dentro de los lineamientos del plan de desarrollo nacional TODOS POR UN NUEVO PAÍS 2014 — 2018, dentro de la estrategia transversal 1054 - movilidad social cuyo objetivo impulsar la planificación actuación coherente y articulada de los sectores de vivienda, agua

potable y saneamiento básico, bajo el concepto de "ciudades amables y sostenibles para la equidad", en complemento con las acciones estratégicas de movilidad urbana, el programa con el cual se relaciona es acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento básico.¹

- ✓ PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL: el proyecto que se pretende realizar, se encuentra incluido dentro de los lineamientos del plan de desarrollo departamental Cauca territorio de paz 2016 – 2019, en el eje estrategia de generación de condiciones para la riqueza colectiva - infraestructura social y productiva programa del plan desarrollo departamental y dentro del programa de calidad del saneamiento básico.²

- ✓ PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL: El proyecto que se pretende realizar, se encuentra incluido dentro de los lineamientos del plan de desarrollo municipal Timbiquí con visión 2016 - 2019, en el eje estratégico “por un territorio auto sostenible con bienestar social” y dentro del programa de tratamiento , distribución y soluciones alternas de sistema de acueducto en el municipio de Timbiquí

3.3.1. Lineamientos normativos

A manera de información, se presenta a continuación el marco normativo relevante para este proyecto:

LEY 142 DE 1994

“ARTÍCULO 160. Prioridades en la aplicación de las normas. cuando la comisión de regulación de agua potable y saneamiento, y la superintendencia de servicios públicos domiciliarios apliquen las

¹ PLAN DE DESARROLLO NACIONAL 2014-2018. [En línea]. [Citado el 29 de Noviembre, 2017]. Disponible en Internet: <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/bases%20plan%20nacional%20de%20desarrollo%202014-2018.pdf>

² PLAN DESARROLLO DEPARTAMENTAL CAUCA 2016-2019. [En línea]. [Citado el 29 de Noviembre, 2017]. Disponible en Internet: <https://drive.google.com/file/d/0B88B9ZZJsmHkMzVoTHRjX2hhQTA/view>

normas de su competencia, lo harán dando prioridad al objetivo de mantener y extender la cobertura de esos servicios, particularmente en las zonas rurales, municipios pequeños y áreas urbanas de los estratos 1 y 2; y de tal manera que, sin renunciar a los objetivos de obtener mejoras en la eficiencia, competencia y calidad, éstos se logren sin sacrificio de la cobertura.”³

3.4. Criterios de diseño

El diseño del presente proyecto busca el mejoramiento de forma significativa de la calidad de vida y el bienestar de los habitantes de la zona del corregimiento de Puerto Saija, mediante el diseño de un acueducto y alcantarillado que contribuirá a la población que vive actualmente en este corregimiento. El diseño estará bajo los lineamientos por las normas vigentes planteadas en la resolución 0330 de 2017, por el cual se adopta reglamentación técnica de agua potable y saneamiento básico (RAS).

3.4.1. Acueducto

3.4.1.1. Proyección de la población.

Incremento de población – Puerto Saija (Timbiquí-Cauca)

Tabla 6. Datos de entrada

AÑO	POBLACION
2015	1541

El anterior dato fue recuperado del plan de desarrollo de municipio de Timbiquí, en el cual especificaba la población correspondiente de cada corregimiento en el año 2015, ya que el DANE no contaba con datos históricos de la población.

³ LEY 142 DE 1994. [En línea]. [Citado el 29 de Noviembre, 2017]. Disponible en Internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752>

Tabla 7. Proyección de la población.

AÑO	POBLACION (hab)
2015	1541
2017	1572
2022	1650
2027	1733
2032	1820
2037	1911
2042	2006

La proyección de la población se realizó con el dato recuperado del Plan de desarrollo de Timbiquí, al cual se le incremento un 1 % anual, según la resolución 0330 de 2017 en el artículo 40, el periodo de diseño de los sistemas de acueducto y alcantarillado será un periodo de 25 años.

Tabla 8. Consumo.

Consumo total de la población		L/hab*día
Consumo domestico	según el art.43 resolución 0330	140
Consumo comercial	1 farmacia de 20 m2 y 1 heladería de 20 m2	19.47
Consumo industrial	NA	0
Consumo institucional	1 Puesto de salud (6 camas) y 1 colegio (300 estudiantes)	17.1
CONSUMO NETO		176.6

El consumo doméstico se tomó del art.43 de la resolución 0330 de 2017, en que la dotación neta máxima para la población que se encuentre menor a 1000 m.s.n.m. es de 140 L/hab*día.

3.4.1.2. Proyección de los caudales.

Según la resolución 0330 de 2017, se procedió a realizar la debidas proyecciones teniendo en cuenta el art. 47, para las constantes K1 y K2. Este cálculo fue realizado en una plantilla de Excel con las siguientes ecuaciones:

Incremento poblacional

$$Inc. pob = \left(\frac{P2}{P1} - 1 \right) X 100$$

Dónde:

P2: proyección de la población futura.

P1: proyección de año anterior.

Incremento consumo

$$Inc. con = inc. pob X A\%$$

Dónde:

Inc. pob: incremento poblacional.

A%: el incremento población que va de 10%- 15%, en este caso tomamos el 13%

Consumo total

$$CT = \frac{CN}{1 - \%P}$$

Dónde:

CN: consumo neto.

%P: perdidas.

Caudal medio diario:

$$Q_{md} = \frac{CT * P_b}{86400} = l/seg$$

Dónde:

CT: consumo total.

P_b: población.

Caudal máximo diario:

$$Q_{MD} = K_1 * Q_{md} = l/seg$$

Dónde:

K₁: coeficiente de mayoracion.

Q_{md}: Caudal medio diario.

Caudal máximo horario:

$$Q_{HD} = K_2 * Q_{MD} = l/seg$$

Dónde:

K₂: coeficiente de mayoracion.

Q_{MD}: caudal máximo diario.

Tabla 9. Proyecciones caudales.

Año	Población	Inc. Pob %	Inc. Cons %	CN	Perdidas	CT	Qmed (L/seg)	K1	QMd (L/seg)	K2	QMH (L/seg)
2017	1572			176.60	0.35	271.69	5	1.2	6	1.3	8
		5.0	0.7								
2022	1650			177.74	0.30	253.92	5	1.2	6	1.3	8
		5.0	0.7								
2027	1733			178.90	0.25	238.53	5	1.2	6	1.3	7
		5.0	0.7								
2032	1820			180.06	0.20	225.08	5	1.2	6	1.3	7
		5.0	0.7								
2037	1911			181.23	0.15	213.21	5	1.2	6	1.3	7
		5.0	0.7								
2042	2006			182.41	0.10	202.68	5	1.2	6	1.3	7

3.4.1.2. Tanque

El tanque se diseñó con un consumo típico anexo 1 y 2, con el cual se sacó el volumen que debe contar el tanque. Este cálculo fue realizado en una plantilla de Excel

Tabla 10. Datos tanque elevado.

Periodo	Periodo	C	S%	$\sum C\%$	$\sum S\%$	Δh	$\sum \Delta h$	V%	consumo (Epanet)
1	0-1	1	0.000	1	0.00	-1.00	-1.00	9.00	0.17
2	1-2	1	0.000	2	0.00	-1.00	-2.00	8.00	0.17
3	2-3	1	0.000	3	0.00	-1.00	-3.00	7.00	0.17
4	3-4	1	0.000	4	0.00	-1.00	-4.00	6.00	0.17
5	4-5	2	0.000	6	0.00	-2.00	-6.00	4.00	0.34
6	5-6	4	0.000	10	0.00	-4.00	-10.00	0.00	0.67
7	6-7	9.5	11.111	19.5	11.11	1.61	-8.39	1.61	1.60
8	7-8	8	11.111	27.5	22.22	3.11	-5.28	4.72	1.35
9	8-9	7	11.111	34.5	33.33	4.11	-1.17	8.83	1.18
10	9-10	4	11.111	38.5	44.44	7.11	5.94	15.94	0.67
11	10-11	3	11.111	41.5	55.56	8.11	14.06	24.06	0.51
12	11-12	5	11.111	46.5	66.67	6.11	20.17	30.17	0.84
13	12-13	9	11.111	55.5	77.78	2.11	22.28	32.28	1.52
14	13-14	6	11.111	61.5	88.89	5.11	27.39	37.39	1.01
15	14-15	3	11.111	64.5	100.00	8.11	35.50	45.50	0.51
16	15-16	2.5	0.000	67	100.00	-2.50	33.00	43.00	0.42
17	16-17	3	0.000	70	100.00	-3.00	30.00	40.00	0.51
18	17-18	3.5	0.000	73.5	100.00	-3.50	26.50	36.50	0.59
19	18-19	5	0.000	78.5	100.00	-5.00	21.50	31.50	0.84
20	19-20	9	0.000	87.5	100.00	-9.00	12.50	22.50	1.52
21	20-21	8.5	0.000	96	100.00	-8.50	4.00	14.00	1.43
22	21-22	2	0.000	98	100.00	-2.00	2.00	12.00	0.34
23	22-23	1	0.000	99	100.00	-1.00	1.00	11.00	0.17
24	23-0	1	0.000	100	100	-1.00	0	10.00	0.17

Tabla 11. Volumen del tanque

Volumen tanque	
Q(m ³ /d)	491
V tanque(m ³)	288
h(m)	3
A(m ²)	104
A(m x m)	10
10x10	

En tanque se tomó un factor de seguridad de 1.3 para aumentar el volumen, donde se toma el caudal máximo diario a 25 años, al calcular con los datos arrojó que la lámina del agua es de 3 metros y tanque tendrá dimensiones de 10 m x10m.

3.4.1.3. Bombas

Se dan dos opciones de Bombas, una eléctrica y otra diésel, puesto que se debe prevenir cuando no se cuente con energía eléctrica siga funcionando el acueducto. El cálculo hidráulico desarrollado para el sistema de bombeo flotante con una capacidad de caudal máximo en año 2042: 6 L/s, que estará ubicado sobre el río Saija. El sistema estará compuesto por dos bombas, una estará en operación y una en stand by, puesto que si no se cuenta con servicio de energía eléctrica opere la bomba Diésel.

3.4.1.3.1. Calculo perdidas hidráulicas

Con la selección de los diámetros requeridos para la descarga de la bomba y el parámetro de altura dinámica total, se calcularon las pérdidas de la tubería del sistema. Estas pérdidas harán referencia a las tuberías, accesorios de la descarga (anexo 13), a las pérdidas en la succión y a la altura de nivel de la bomba con respecto al tanque elevado. En las siguientes tablas se muestran el resultado del cálculo hidráulico de pérdidas. Este cálculo fue realizado en una plantilla de Excel, bajo la siguiente expresión.

Ecuación de Bernoulli:

$$\frac{V1^2}{2g} + \frac{P1}{\gamma} + Z1 = \frac{V2^2}{2g} + \frac{P2}{\gamma} + Z2$$

Posteriormente se procede a calcular las pérdidas por fricción con la siguiente ecuación:

$$h_c = f \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

L: es la longitud del tramo

D: diámetro

f: coeficiente de fricción.

g: gravedad

Tabla 12. Pérdidas por fricción.

Pérdidas por fricción	
Longitud succión(m)	0.15
Longitud impulsión(m)	165.58
Diámetro(")	3
Velocidad(m/s)	1.5
f para interpolar	0.023
f	0.023
hf(m)	0.43
Rugosidad	136233.61
Γ	0.000001

Se calcula las pérdidas por accesorios con la siguiente ecuación:

$$h_c = K_s * \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

ks: coeficiente de pérdidas singulares

v: velocidad

g: gravedad

Tabla 13. Perdidas por Accesorios.

Perdidas por accesorios	
Succión	0.238
Válvula de pie	0.201
Codo 90	0.020
Reducción	0.017
Impulsión	0.2355
Ampliación	0.0344
Chequit	0.0229
Válvula compuerta	0.0229
4 codos 90	0.1147
2 codos 45	0.0405

Se calcula la carga positiva neta de succión disponible de diseño.

Tabla 14. Carga neta de succión disponible del disponible.

HALLAR EL NPSHD	9.33
Perdidas por fricción	0.00040
Perdidas por accesorios	0.24

Para verificar que la bomba funcione de forma correcta se debe cumplir la siguiente condición.

$$NPSHD > NPSHR$$

Los valores de NPSHR se tomaron de los anexo 3 y 4.

Tabla 15. Verificación NPSH de la Bomba.

HALLAR EL NPSHR(ELECTRICA)	7.1
HALLAR EL NPSHR(GASOLINA)	3.2

3.4.1.4. Barcaza

El diseño de acueducto se hizo necesario el diseño de una barcaza, ya que nuestra fuente de abastecimiento es el Rio Saija, este rio presenta variación de nivel y es un rio caudaloso. Este sistema

debe garantizar la flotabilidad de la estructura de la barcaza y se debe implementar una pasarela que garantice el acceso seguro a la barcaza, por ende se implementaran flotadores tanto a la barcaza como a la pasarela los cuales se les realizo el siguiente análisis de cargas:

3.4.1.4.1 Flotadores barcaza

La barcaza contara con dos flotadores los cuales el detalle se encuentra en los planos. El material debe tener bajo peso y no presentar fluencia, por ende el material que se recomienda es polímero reforzado con fibra de vidrio.

Para garantizar que los flotadores permitan que la estructura flote, se tiene en cuenta el principio de Arquímedes, el cual “Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido recibe un empuje hacia arriba (ascendente) igual al peso del fluido que desaloja” Tippens, P, (2011).

La ecuación según el principio de Arquímedes es la siguiente

$$E = m * g = \rho * V * g$$

Dónde:

E = empuje

ρ = densidad del fluido

v = volumen de fluido desplazado

g = aceleración de la gravedad

m = masa

Es de suma importancia tener en cuenta la masa total de la barcaza, en el siguiente cuadro se encuentran las cantidades teniendo cuenta los anexos 14,15, 16, 20 y 21 y el peso de la estructura que compone la barcaza.

Tabla 16. Cantidades de barcaza.

Cantidad	Nombre	Dimensiones (m)	Peso (kg)
22	Tubo Acero ϕ 1"-1/4"	Largo =1.9	66.6
22	Tubo Acero ϕ 1"-1/2"	Largo =0.30	14.3
8	Tubo Acero ϕ 1"-1/4"	Largo =0.98	14.8
8	PL 4" X 1/4"	Largo =0.938	36
16	Tubo Acero ϕ 1"-1/4"	Largo =0.938	26.4
3	Tubo Acero ϕ 1"-1/4"	Largo = 1.2	6.8
8	Tubo Acero ϕ 1"-1/4"	Largo = 1.16	13.1
3	PL 4" X 1/4"	Largo = 1.16	17.6
2	Tubo shedulce 40 ϕ 4" (Acero al carbón negro)	Largo = 1.9	61.10
4	Pie de amigo	Lamina (2.5X5X3/8")	6
1	Tubo shedulce 40 ϕ 4" (Acero al carbon,Negro)	Largo=1.6	26
2	Base tubo	Lamina (3X3X3/8")	13.4
Peso total			302.104

Tabla 17. Cantidades de la estructura metálica.

Cantidad	Nombre	Dimensiones (m)	Peso (Kg)
8	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =3	158.44
4	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =2.9	76.59
8	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =0.92	46.30
4	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =1	26.42
4	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =0.92	24.60
8	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =1	52.75
32	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =0.35	73.40
9	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo = 0.87	51.90
8	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =1.90	100.26
2	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =0.5	6.6
6	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =1	6.58
1	Cerramiento en malla 2"x2"	54x1	15.66
2	Bases Puente	0.375x0.320	138.1
4	Soporte abrazadera	0.95x0.15x3/8"	44
4	Soporte abrazadera	0.95x0.15x3/8"	44
4	Soporte abrazadera	0.94x0.15x3/8"	42.4
4	Soporte abrazadera	0.94x0.15x3/8"	42.4
4	Abrazadera	PL2"x1/4"	21.2
4	Almas	0.746x0.746x3/8"	80
1	Lamina alfajor	3x3	121.38
Peso total			1172.96

Calculo de los flotadores de la barcaza

En las siguientes tablas se encuentra los respectivos cálculos para garantizar que la barcaza flote.

Tabla 18. Volumen desplazado

vd(m3)	1.82
h(m)	3
R(m)	0.44

Tabla 19. Volumen flotador.

Vfl(m3)	0.082
h(m)	3
R(m)	0.44
r(m)	0.43
e (m)	0.01

Tabla 20. Datos calcular el empuje

pl(Kg/m3)	1000
vd(m3)	1.82
g(m/seg2)	9.81
pPRF(Kg/m3)	1700.00
Vfl(m3)	0.082
mBarcaza (Kg) + 5 personas(Kg)	2070.07

En la anterior tabla en la casilla de la masa se tomó los valores del peso total de barcaza y se asumió el peso de cinco personas de 83 Kg cada uno.

Se calculó la fuerza que genera el agua la cual arrojo según la ecuación la siguiente ecuación:

Empuje del agua $E = \rho_l * V_d * g$ Fuerza del agua = 17899.68 N	Empuje de la barcaza $E = \rho_{PRF} * V_{fl} * g * m_{Barcaza} + 5 \text{ personas(Kg)}$ Fuerza de la barcaza = 3437.51 N
---	--

El peso de la barcaza sumergida es menor que la fuerza de empuje que recibe, por ende la barcaza flotara en la superficie de agua

Calculo flotador de la pasarela

Es importante la masa que tendrá la pasarela, en el cual en el siguiente cuadro se encuentra las cantidades teniendo cuenta los anexos 14, 17, 18, 19 y el peso de la estructura que compone la barcaza.

Tabla 21. Cantidades de Pasarela.

Cantidad	Nombre	Dimensiones (m)	Peso (kg)
4	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo = 3	92.58
4	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo =1	26.4
4	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo=0.848	29
12	Tubo Cuadrado 3"x3" espesor 3mm	Largo= 0.148	11.7
8	Tubo Acero ϕ 1"-1/2"	Largo =0.3	7.2
8	Tubo Acero ϕ 1"-1/4"	Largo =1.5	29.3
6	Tubo Acero ϕ 1"-1/4"	Largo =3	43.9
2	PL 4" X 1/4"	Largo =3	30.4
1	Lamina alfajor	3x1	45.2
Peso total			315.78

En las siguientes tablas se encuentra los respectivos cálculos para garantizar que la pasarela flote.

Tabla 22. Volumen desplazado (pasarela)

vd(m3)	0.91
h(m)	1.5
R(m)	0.44

Tabla 23. Volumen flotador (pasarela)

Vfl(m3)	0.041
h(m)	1.5
R(m)	0.44
r(m)	0.43
e (m)	0.01

Tabla 24. Datos calcular el empuje (pasarela)

pl(Kg/m3)	1000
vd(m3)	0.91
g(m/seg2)	9.81
pPRF(Kg/m3)	1700.00
Vfl(m3)	0.041
mBarcaza (Kg) + 5 personas(Kg)	743.41

En la anterior tabla en la casilla de la masa se tomó los valores del peso total de barcaza y se asumió el peso de cinco personas de 83 Kg cada uno.

Se calculó la fuerza que genera el agua la cual arrojo según la ecuación la siguiente ecuación:

Empuje del agua $E = pl * Vd * g$ Fuerza del agua = 8049.84N	Empuje de la barcaza $E = Ppfrf * Vfl * g * mBarcaza (Kg) + 5 personas(Kg)$ Fuerza de la barcaza = 1427.13 N
--	--

El peso de la pasarela sumergida es menor que la fuerza de empuje que recibe, por ende la pasarela flotara en la superficie de agua.

3.4.1.4. Red de distribución del sistema de acueducto.

Con el programa EPANET 2.0 se lleva a cabo la modelación hidráulica de la red de distribución del acueducto de Puerto Saija, a continuación se evidencia como se distribuye la red.

Las cotas y coordenadas que se tuvieron en cuenta en este trabajo fueron tomadas de Google Earth, ya que al revisar la información topográfica existente en los mapas del Instituto Geográfico Agustín Codazi no se encontró información.

ILUSTRACIÓN 10- MODELO RED DE DISTRIBUCIÓN 2



Fuente: Propia, Modelación en Epanet 2.0.

En la modelación de EPANET se dio dos comandos a la bomba, en primera estancia que funcionaria de las 6 p.m. a las 3 a.m. y que cuando el tanque de almacenamiento tenga la lámina de agua bajo 0.5m vuelva a funcionar, por ende en el tanque se debe contar con sistema que regule este comando mediante un flotador.

ILUSTRACIÓN 11- MODELO RED DE DISTRIBUCIÓN 1



Fuente: Propia, Modelación en Epanet 2.0.

3.4.1.4.1 Análisis de resultados de la modelación en EPANET 2.0 del sistema de acueducto.

La modelación realizada en EPANET, cumple con los requisitos de la resolución 0330 de 2017 por

el cual se adopta reglamentación técnica de agua potable y saneamiento básico (RAS), como se puede evidenciar en la ilustración 12, se evidencia que las presiones presentes a las 12 de la noche, las máximas son valores entre los 40-20 m.c.a y las mínimas son entre 20-10 m.c.a, que se dan en las tubería 1, 2 y 16.

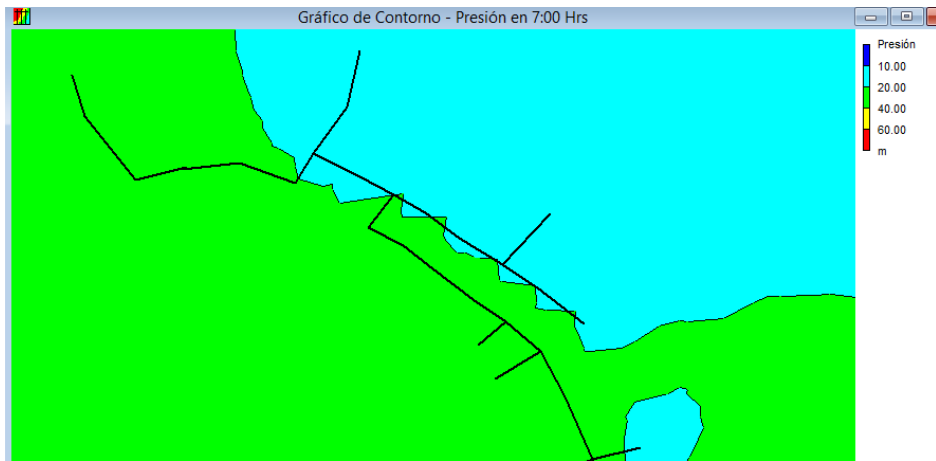
ILUSTRACIÓN 12- GRAFICA DE CONTORNO A LA 12 P.M.



Fuente: Propia, Modelación en Epanet 2.0.

En la modelación la hora de mayor consumo es a las 7 de la mañana, en la ilustración 13 se evidencia que las máximas presiones se presentan entre los 40-20 m.c.a en las zonas bajas y las mínimas son entre 20-10 m.c.a, que se dan en las zonas con mayor altura, mas sin embargo cumple los criterios de que las presiones no debe ser mayor a 50 m.c.a y no debe ser menores 8 m.c.a.

ILUSTRACIÓN 13- GRAFICA DE CONTORNO A LA 7 A.M.



Fuente: Propia, Modelación en Epanet 2.0.

Otro de los criterios mínimos de la resolución 0330 de 2017 es que el diámetro mínimo debe ser de 2 pulgadas, en la ilustración 14, se puede evidenciar que las tuberías cumplen con este requisito, puesto que la tuberías tiene diámetro entre 2-4 pulgadas.

Ilustración 14-Modelacion EPANET 2.0 diámetros de las tuberías.



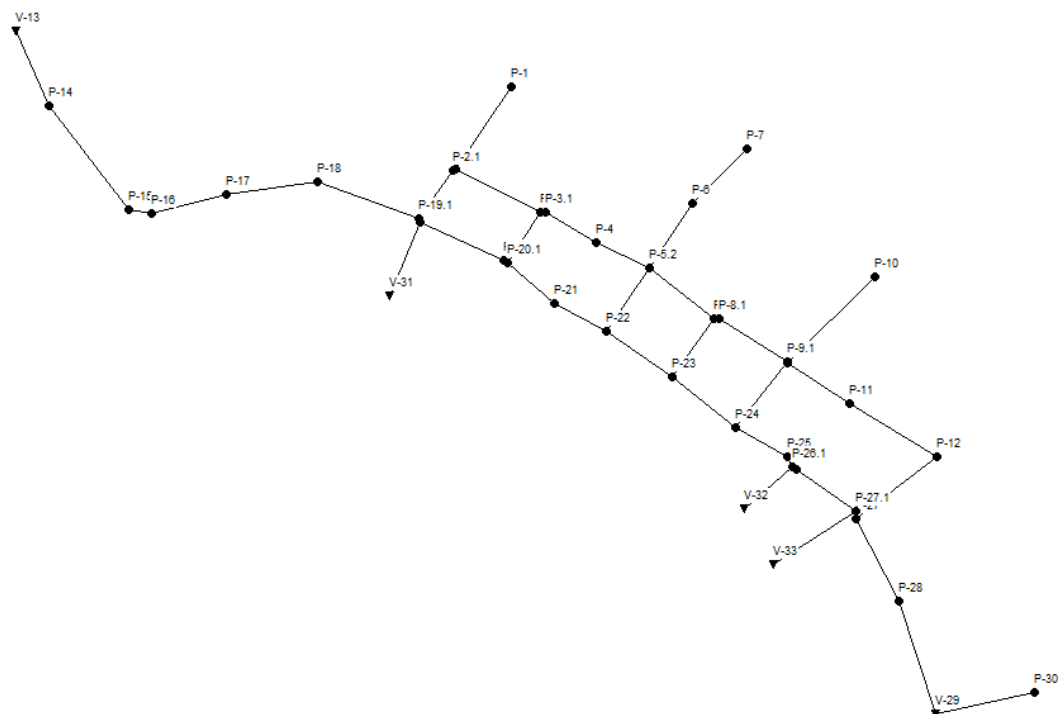
Fuente: Propia, Modelación en Epanet 2.0.

En el anexo 8,9 y 10 se encuentra los resultados del informe que género el programa EPANET 2.0.

3.4.1.5. Red de alcantarillado.

Con el programa SWMM se lleva a cabo la modelación hidráulica del alcantarillado de Puerto Saija, a continuación se evidencia como se distribuye los pozos de inspección y los vertimientos.

Ilustración 15- Modelo Alcantarillado



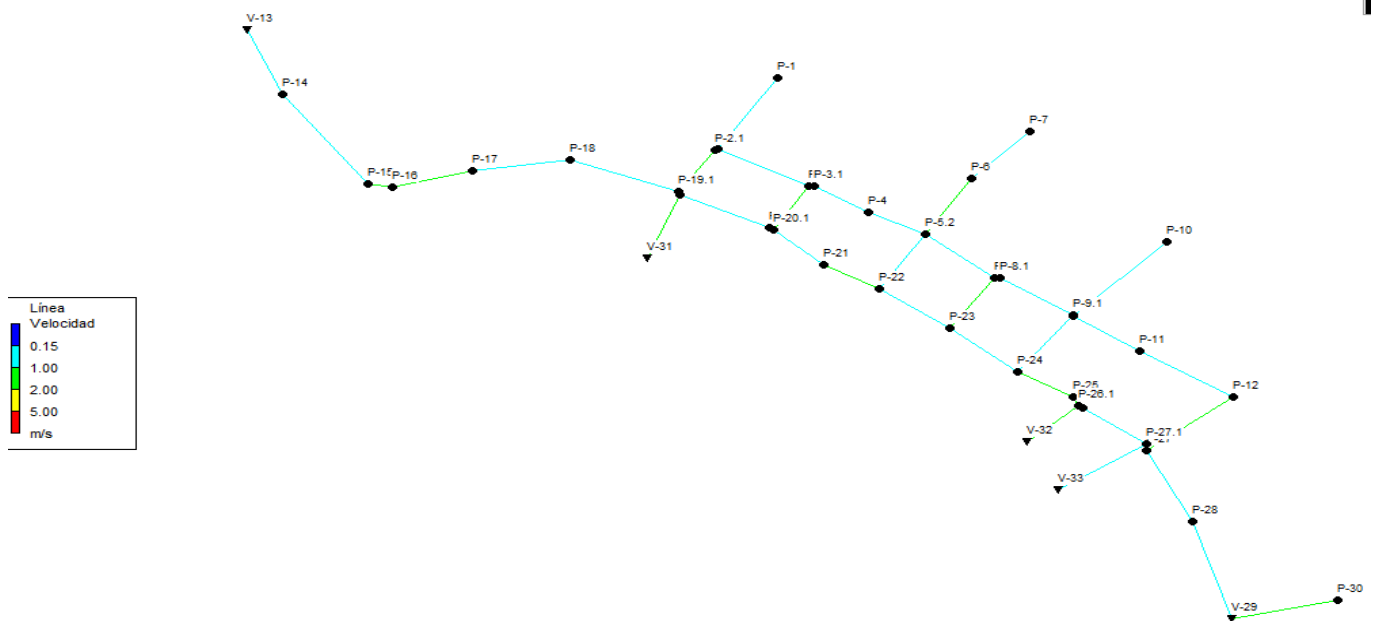
Fuente: Propia, Modelación en SWMM.

En el anexo 5,6 y 7 se encuentra el cálculo de los caudales de diseño del alcantarillado, el diseño hidráulico y el empate por cota clave de los colectores, estos datos fueron los ingresados para poder realizar la modelación en el programa de SWMM.

3.4.1.5.1 Análisis de resultados SWMM de la red de alcantarillado.

La modelación realizada en SWMM, cumple los criterios mínimos de la resolución 0330 de 2017 por el cual se adopta reglamentación técnica de agua potable y saneamiento básico (RAS), en cual la máxima velocidad debe ser de 5m/seg o el esfuerzo mínimo cortante debe ser de 1 Pa y el diámetro mínimo debe ser de 8 pulgadas, el cual cumple con los requisitos como se puede evidenciar en la información que se encuentra en el anexo 6

ILUSTRACIÓN 16- MODELO ALCANTARILLADO



Fuente: Propia, Modelación en SWMM.

En la anterior ilustración se evidencia que la velocidad en los tramos del alcantarillado no es mayor a 5m/seg, por ende se cumple con uno de los requisitos de la resolución 0330 de 2017.

4. CONCLUSIONES

- En la recopilación de la información se identificó la necesidad de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado para el corregimiento de Puerto Saija en el municipio de Timbiquí, ya que este municipio es el que más déficit presenta en cobertura de servicios públicos.
- A la hora de realizar el diseño del acueducto se identificó que el corregimiento se encuentra rodeado del Rio Saija, el cual va a ser la fuente de abastecimiento, por lo cual se identificó la necesidad de una plataforma flotante, que este caso es una barcaza, la cual contara con dos flotadores y una pasarela que tendrá un flotador, por si se presenta un aumento o disminución en el caudal del rio.
- Se deberán instalar dos bombas con capacidad cada una de 6 l/s, se realizó una sugerencia de que se contara con una bomba diésel y una bomba eléctrica, por si no se cuenta con energía eléctrica la bomba diesel siga abasteciendo a la población.
- Se logró diseñar una red de acueducto óptima para la comunidad de Puerto Saija, en la que la línea principal es de 1.15 Km con un diámetro de 4 pulgadas y de 2 pulgadas a 3 pulgadas en la línea secundaria, al modelar en EPANET 2.0 se observa que cumple con los valores requeridos por la resolución 0330 del 2017, para los parámetros de presión y diámetro mínimo.
- Utilizando el software de modelación SWMM y siguiendo la norma RAS 2000, con la resolución 0330 de 2017, la modelación permitió evidenciar que la tubería no se está presurizando, no se presenta remansos, el agua no se sale del sistema y que drena a cada pozo.

5. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar el cálculo y diseño estructural para el tanque de almacenamiento, las estructuras necesarias para acueducto y alcantarillado de acuerdo a la Norma de Construcciones Sismo resistentes NSR-10 y demás normatividad vigente que para tal efecto regulen su ejecución.
- Se debe realizar un estudio de suelos que determine las características del terreno para definir el tipo de cimentación apropiada y emitir recomendaciones que garanticen la estabilidad de las estructuras, para así realizar el diseño de las cimentaciones de la tubería de acueducto, alcantarillado y el tanque.
- A la hora de diseño de los anclajes para la barcaza se debe tener en cuenta el estudio de suelos y se recomiendan ver un sistema estructural, que permita que las fuerzas actuantes sobre este elemento permitan el equilibrio.
- La barcaza debe tener como mínimo dos flotadores y la pasarela debe contar con uno, en cada estructura se realizan los cálculos asumiendo a cinco operarios con un peso de 83 kg cada uno, por ende se debe poner como restricción que este será el peso máximo que puede soportar la estructura, si se realiza alguna modificación se debe procede a realizar nuevamente los cálculos para garantizar la flotabilidad.

6. BIBLIOGRAFÍA:

- Ministerio de trabajo, (2015). *Estudio de Perfil productivo rural y urbano del municipio de Timbiquí, Cauca*. Recuperado de: https://issuu.com/pnudcol/docs/perfil_productivo_timbiqu__
- INVEMAR - CRC – CORPONARIÑO (2006). *Unidad Ambiental Costera de la Llanura Aluvial del Sur: Caracterización, Diagnóstico Integrado y Zonificación Ambiental*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado de: http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/6397UAC-LLAS_fase_I.pdf
- Plan de Desarrollo Municipal. (2012). “Unidos por el Cambio” 2012-2015”. Alcaldía del Municipio de Timbiquí. Cauca, Colombia.
- Dane del 2005, municipio de Timbiquí, Página institucional recuperado en: www.dane.gov.co
- Dane del 2005, Departamento de Cauca, Página institucional recuperado en: www.dane.gov.co
- Valencia, W. (2010, 28 de Junio). *INVERSIÓN SOCIAL: Enfoque para clasificar los proyectos*. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. Lugar de publicacion <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/File/6203/5408>
- CRIC (Consejo Regional Indígena del Cauca). Página institucional. Recuperado en: <http://www.criccolombia.org/co>
- *Informe Sectorial los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado*, (2015). Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Recuperado de: <http://www.superservicios.gov.co/content/download/11224/91303>
- Andía Valencia, W. (2010). *Gerencia de Proyectos Sociales y de Inversión Social*.

Primera edición. El Saber Editores. Perú.

- Acevedo, D, & Casallas, I (2016). *Biajaiba para el mejoramiento urbano-arquitectónico para la comunidad de Puerto Saija, Timbiquí – Cauca*. (tesis de pregrado). Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia.
- BOLETÍN, Censo General 2005, *Necesidades Básicas Insatisfechas*. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/Bol_nbi_censo_2005.pdf
- CÁMARA DE AGUAS Y ASEO ANDESCO, (2012). *informe de actualización de indicadores – sector de servicio de agua potable y alcantarillado y saneamiento básico*, pag.25. Recuperado de: <http://www.andesco.org.co/images/cifras/Pulso-AAA.pdf>.
- Tippens, P. (2011), *FISICA conceptos y aplicaciones*, Editorial: MCGRAW HILL, edición 7.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). *Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los servicios de Agua y Saneamiento*, pág. 9,10, Recuperado de: http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/cartilla_pda_cauca.pdf
- SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA. Recuperado de: <http://www.sac.org.co/es/>
- Terence, J. & Steel, E. (Ed.). (1991). *Water supply and sewerage*. Texas, USA: Editorial McGRAW-HILL.
- Wagner, E. C., and J. N. Lanoix. *Water Supply for Rural Areas and Small Communities*. WHO Monograph Series No. 42. Geneva: World Health Organization, 1959.