

**Propuesta metodológica y participativa de selección de tecnología de saneamiento  
ambiental integral para la vereda Candelillas del distrito de Tumaco - Nariño**

**Por:**

**Landys Elias Landazury Ruiz**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente  
Programa de Ingeniería Ambiental  
Tumaco  
2020**

**Propuesta metodológica y participativa de selección de tecnología de saneamiento  
ambiental integral para la vereda Candelillas del distrito de Tumaco - Nariño**

**Por:**

**Landys Elias Landazury Ruiz**

**Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Ambiental**

**Director**

**William Andrés Galvis Sarria**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente  
Programa de Ingeniería Ambiental  
Tumaco  
2020**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Tumaco, Nariño**

## Contenido

<b>Introducción</b>	9
<b>Planteamiento del problema</b>	10
1.1. Descripción	15
1.2. Justificación	16
1.3. Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general	
1.3.2 Objetivo específico	
<b>Marco referencial</b>	20
2.1.1 Aguas residuales	
2.1.2 Tipos de aguas residuales	21
2.1.3 Aguas residuales domesticas	
2.1.4 Sistema de tratamiento de aguas residuales	22
2.1.5 Proceso de sistema de tratamiento de aguas residuales	23
2.1.6 Alternativas individuales en sitio	
2.1.7 Campo de infiltración	26
<b>Marco metodológico</b>	27
<b>Análisis e interpretación de datos</b>	30
4.1 Opciones metodológicas para tratamiento de aguas residuales	31
4.1.1 Revisión bibliográfica	
4.1.2 Tecnologías para el tratamiento de aguas domestica	33
4.1.3 Entrevista	35
4.1.4 Encuesta	38
4.2 Criterio de selección de opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales	44
4.3 Selección de la tecnología de saneamiento viable, técnica, ambiental social y económicamente	48
4.3.1 Árbol de compromiso	
4.3.2 Viabilidad técnica, ambiental social y económica	52
4.4 Tecnología de saneamiento en la vereda candelillas en el municipio de San Andrés de Tumaco	55
<b>Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales</b>	59
<b>Ficha de manejo y mantenimiento</b>	60
<b>Conclusiones</b>	61
<b>Recomendaciones</b>	62
<b>Referencias</b>	64
<b>Anexos</b>	68

## Lista de Figuras

Figura. 1 pregunta 1 grupo étnico a que pertenece.....	38
Figura. 2 pregunta 2 cómo se abastecen de agua las personas .....	39
Figura. 3 pregunta 3 para que usan las personas el agua más de una vez .....	40
Figura. 4 pregunta 4 evaluaciones del servicio de saneamiento en general .....	41
Figura. 5 pregunta 5 cuál es el uso que tienen las aguas residuales de los hogares .....	42
Figura. 6 pregunta 6 conocer si las personas realizaban mantenimientos a sus pozos o letrinas ..	43
Figura. 7 Rama de los sueños .....	51
Figura. 8 Esquema de un sistema de tanque séptico. ....	53

## Tabla de Ilustraciones.

Ilustración 1. Distribución de plantas de tratamientos en Colombia.....	12
Ilustración 2 Ubicación municipio de Tumaco .....	13
Ilustración 3 Imagen Bocatoma.....	16
Ilustración 4. Composición de las aguas residuales .....	24
.Ilustración 5. Esquema trampa de grasa.....	24
Ilustración 6. Tabla de opciones de tratamiento in situ.....	52
Ilustración 7. Reunión con personal administrativo de la Alcaldía de Tumaco.....	37
Ilustración 8. Taller participativo con la comunidad de la vereda de candelillas .....	49
Ilustración 9. Matriz de decisión co pretratamiento .....	53
Ilustración 10. Matriz de tratamiento sin pretratamiento .....	54

## Lista de Tabla

Tabla 1 Normas de vertimiento a un cuerpo de aguas .....	11
Tabla 2 Los servicios públicos en Tumaco .....	14
Tabla 3 Descripción metodológica.....	27
Tabla 4 Puntuación z.....	30
Tabla 5 Eficiencia de remoción.....	34
Tabla 6 Composición típica de aguas residuales crudas.....	35
Tabla 7 Principales grupos de contaminantes del agua y sus efectos.....	59

## **Lista de anexos**

Anexo 1. Entrevista.	69
Anexo 2. Encuesta.	70
Anexo 3. Formato de encuesta	71

## **Introducción**

En Colombia se han desarrollado políticas sectoriales dirigidas al manejo de los recursos hídricos para la potabilización del agua y el saneamiento básico, sin embargo, estas políticas vienen presentando inconvenientes en su implementación debido a factores sociales, económicos, políticos y técnicos, entre otros, propios de cada contexto geográfico, situación que genera disminución en condiciones de calidad de vida de las personas. En la vereda Candelillas del municipio de San Andrés de Tumaco se puede evidenciar esta situación, especialmente lo relacionado con políticas de saneamiento básico, tomando en consideración que esta vereda no cuenta con servicio de alcantarillado ni sistema de tratamiento de aguas residuales.

De este modo, con esta apuesta metodológica de evaluación y selección de tecnología en saneamiento en la vereda a través de un enfoque participativo, se propone el desarrollo del siguiente trabajo aplicado que busca identificar opciones viables de tratamiento de aguas residuales considerando dimensiones de carácter social, técnico y ambiental, para luego analizar, evaluar y seleccionar una tecnología de saneamiento ambiental en la vereda candelilla en el municipio de San Andrés de Tumaco.

Lo anterior, con la intención de brindar una solución efectiva y viable para la población, que redunde en el mejoramiento de la calidad de vida. Este trabajo aplicado tiene en cuenta conceptos y aportes metodológicos relacionados con selección de tecnologías limpias, que serán aplicados en un estudio de caso concreto con enfoque participativo y comunitario.

## **Planteamiento del problema**

Actualmente a nivel mundial, desde la constitución de los Objetivos de desarrollo sostenible propuestos en el año 2015, se ha buscado que los países brinden una mejor calidad de vida a sus habitantes, uno de los principales objetivos es brindar a las comunidades sistemas de saneamiento básico, logrando mejorar la calidad de vida de las personas. Sin embargo, se ha estimado que, en el área rural de América Latina y Caribe, 33.6 millones de personas equivalentes al 26.7% no tienen acceso a agua potable y 64.3 millones representado en un 51% no tienen acceso a saneamiento básico (Lanpogia, Agüero y Barrios, 2008). Esto indica que las zonas con mayor afectación en cuanto al desarrollo de proyectos de saneamiento básico son las zonas rurales; este planteamiento es soportado por informes de la Misión para la Transformación del Campo (Ocampo, 2015), en el cual se plantea lo siguiente:

Las brechas más amplias entre estas zonas (rural y urbana) se pueden observar en las variables de servicios públicos y vivienda como: acceso a fuente de agua mejorada, pisos de tierra, y adecuada eliminación de excretas; seguidas por las variables directamente relacionadas con la niñez y la juventud: inasistencia escolar, bajo logro educativo, trabajo infantil y rezago escolar (p.7).

En Colombia, por ejemplo, la figura de plantas residuales según un estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado, presentado a finales de 2017 por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SUPERSERVICIOS), muestran que sólo 541 municipios de los 1.122 registrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) cuentan con algún tipo de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (Loaiza, 2018). Además, las últimas revisiones de la Asociación Colombiana de Ingeniería (ACODAL)

identifica que solo 30% de las ciudades colombianas cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales (ACODAL, 2017). Estas son cifras realmente alarmantes para el país. Por otra parte, Ojeda (2000) afirma que solamente una franja ubicada entre el 5% y el 10% de las cabeceras municipales del país efectúa algún tipo de tratamiento de aguas residuales, situación aún más crítica en zonas rurales. Esta situación se convierte en una de las principales fuentes de alteración de la calidad de la oferta hídrica especialmente en aguas superficiales, considerando que las aguas residuales no cumplen con los porcentajes de remoción exigidos por la normatividad ambiental, en la Resolución 0631 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), en su artículo 8 menciona:

Todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas:

*Tabla 1 Normas de vertimiento a un cuerpo de agua*

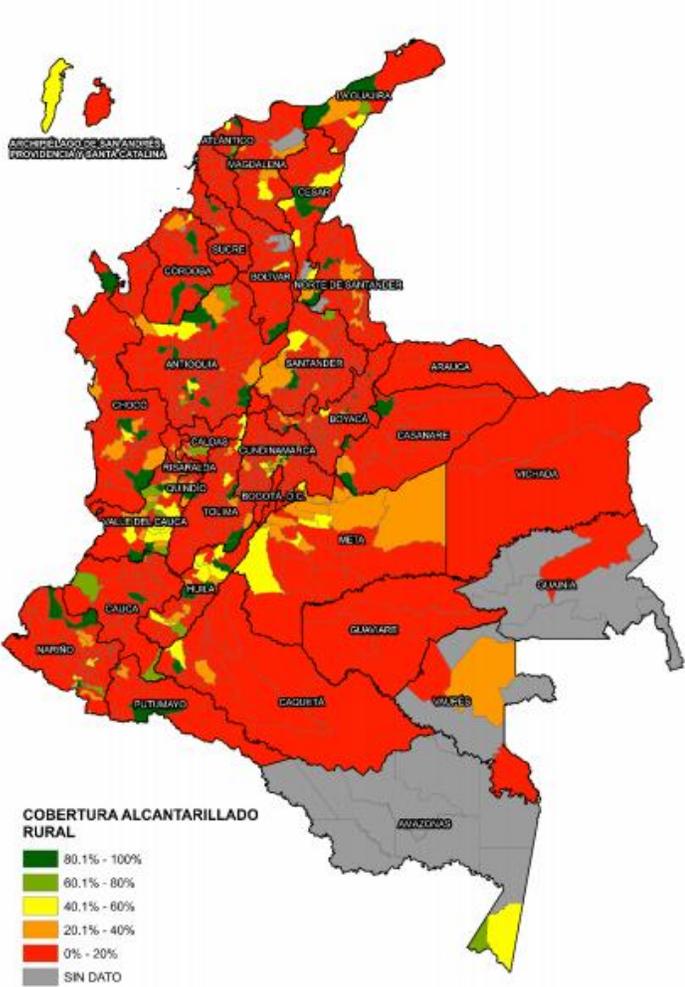
Parámetros	Unidades	<b>Aguas residuales domesticas ARD</b>
		<b>De las soluciones individuales de saneamiento de viviendas Unifamiliares o Bifamiliares</b>
<b>Generales</b>		
PH	Unidades de PH	6.00 a 9.00
Demanda química de oxígeno (DQO)	Mg/L O <sub>2</sub>	200.00
Solidos suspendidos totales (SST)	Mg/L	100.00
Solidos sedimentables (SSED)	ML/L	5.00
Grasas y aceites	Mg/L	20.00

Fuente: Resolución 0631 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

Por tanto, se hace necesario mejorar los procesos de tratamiento de agua potable, lo cual redunda en incremento de costos por prestación de servicios públicos y en muchas ocasiones la necesidad de incorporar nuevas fuentes de abastecimiento al sistema.

En la Ilustración 1 se presentan datos de cobertura del servicio público de alcantarillado en el área rural de Colombia

Ilustración 1. Distribución de plantas de tratamientos en Colombia.



Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD (2018).

Tumaco, oficialmente San Andrés de Tumaco, es un municipio colombiano ubicado en el suroccidente del Departamento de Nariño, a 300 km de San Juan de Pasto. Es conocido como la perla del pacífico por ser un importante puerto en el Océano Pacífico, cuenta con una extensión de 3.760 km<sup>2</sup> y posee una población de 208.318 habitantes, 117.529 en la cabecera y 90.789 en el resto del municipio según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

En Tumaco el acceso a agua de calidad es precario y la población local se acostumbra a tomar agua de la llave o del pozo y por lo general es agua con altos niveles de contaminación, por lo que sufren enfermedades estomacales y de la piel. (Save the children, 2017).

La vereda Candelillas se encuentra ubicada en zona rural de Tumaco, a 45 minutos de la cabecera municipal, y su actividad económica principal es la agricultura (Save the children, 2017).

*Ilustración 2 Ubicación municipio de Tumaco*



*Fuente: Google mapa*

Un problema grave que se evidencia en la población de Tumaco es al acceso y baja calidad de agua potable y la prestación de servicios de alcantarillado, en consecuencia, los vertimientos domésticos son depositados directamente a las fuentes hídricas o al mar.

En Tumaco, la empresa de servicio público (Aguas de Tumaco) y su operador especializado AQUASEO han sido responsables de la prestación de servicios públicos desde el año 2010. En la figura 3 se presenta un resumen del estado actual de los servicios públicos en Tumaco.

*Tabla 2. Estado de prestación de los servicios públicos en el municipio de Tumaco, Nariño*

<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>NACIONAL</b>	<b>TUMACO</b>
Cobertura de acueducto	94.3%	45%
Cobertura de alcantarillado	89.7%	0% en cobertura de alcantarillado Letrinas y tanques sépticos inadecuados; descargas de aguas residuales a las calles o cuerpos de agua natural.
Continuidad en el suministro	20 hr/día; 7 días/semana.	24 hr/día; 2 días/semana
Agua contabilizada <sup>no</sup>	34.1%	75%
Micromedición	80%	0.4%
Tasa de recaudo	71%	42%
Calidad del agua	Adecuada / Inadecuada	Inadecuada
Cobertura en el manejo de los residuos sólidos	95% *	100% en recolección y disposición final. Capacidad limitada del sitio de disposición final existente.

*\*79% de los municipios disponen adecuadamente los residuos y se recogen el 95% de los producidos*

*Fuente CONPES 3847 de 2015.*

Según el estado de prestación de los servicios públicos domiciliarios del municipio de Tumaco descritos en la tabla 2, indican que la cobertura de alcantarillado es de 0%. En las visitas y censos

realizados a la población de candelillas se pudo verificar que no se cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, para la disposición final de estas, las viviendas utilizan sistemas individuales como pozo séptico y letrinas, en algunos casos estas son vertidas en cuerpos de agua naturales.

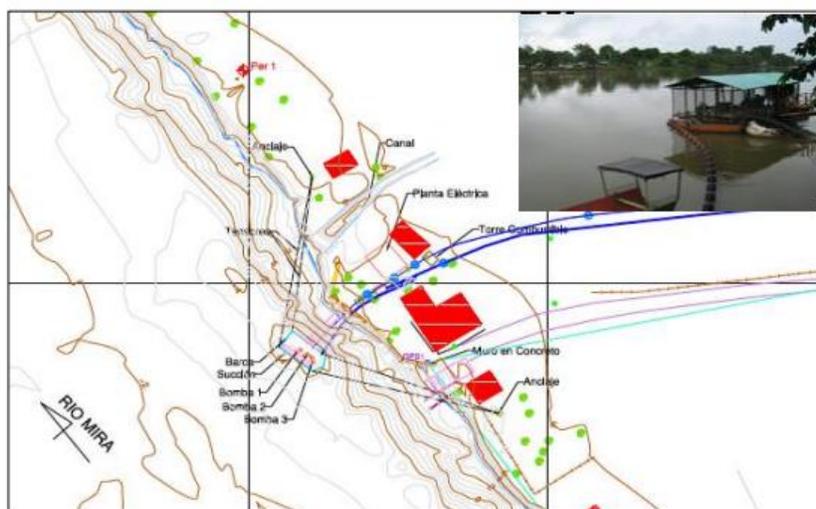
La prestación del servicio de agua potable se caracteriza por el alto nivel de riesgo de la calidad del agua suministrada, principalmente por problemas de contaminación en las redes de distribución y el manejo inadecuado de las aguas residuales aguas arriba del sistema de captación. Este factor podría incidir en el índice de mortalidad infantil que, según datos DANE, para el 2013 se ubicaba en 30 por cada 1.000 habitantes.

La planta potabilizadora del Acueducto de Tumaco fue diseñada para una capacidad teórica de 302 l/s y para tratar el agua siguiendo la tecnología de ciclo completo o tratamiento convencional que comprende los procesos de mezcla rápida hidráulica, floculación hidráulica, sedimentación, filtración, estabilización de pH y desinfección con cloro. La planta cuenta con un pozo de succión y su funcionamiento depende del suministro de energía eléctrica para bombear al agua tratada. Además, cuenta con un tanque de almacenamiento y con un tanque elevado para el retro lavado de filtros, esta PTAP tienen un rendimiento de 40 % por esa razón es tan urgente la mejora inmediata, actualmente se encuentra contemplada en el plan de desarrollo territorial 2020-2023.

El acueducto de Tumaco se abastece de las aguas del Río Mira, el cual tiene un caudal promedio de aproximadamente 900 m<sup>3</sup> /s, cuenta con una concesión para captación de agua de 300

lt/seg, de los cuales capta 275 lt/seg a través de cuatro motores ubicados en una barcaza sobre el río Mira (Ilustración 4).

*Ilustración 3 Imagen Bocatoma*



Mediante declaración del 1 de diciembre de 2015, el prestador informó que, debido al incumplimiento del plan de obras e inversiones relacionado con el desmonte del sistema general de regalías, la infraestructura del sistema de alcantarillado que a la fecha no existe; no ha podido iniciarse y por tal motivo el servicio no se presta, ni se factura. En el municipio se evidencia la existencia de redes aisladas, producto de ejecuciones pasadas donde se canalizan algunas aguas residuales de Tumaco. (*Evaluación integral de prestadores empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Colombia S.A. E.S.P., 2016*).

## **1.1. Descripción**

Con el desarrollo de la investigación se busca establecer la aplicación de la metodología de Planificación Participativa planteada en el proyecto agua y saneamiento integral rural ASIR-SABA desarrollado por Garcia Vargas y Benavides Barco (2017), en conjunto con la universidad del Valle, el instituto de investigación CINARA y la embajada de Suiza en Colombia, que busca mejorar la problemática identificada en procesos de selección de tecnologías de saneamiento relacionadas con el contexto geográfico y sociocultural y la no atención de necesidades y conocimientos de las comunidades locales especialmente en la vereda Candelillas en el municipio de San Andrés de Tumaco.

Con este trabajo se busca brindar opciones en pro de preservar las fuentes de aguas y el medio ambiente, buscando opciones de saneamiento rural individual para evitar que se descarguen aguas residuales domésticas sin previo tratamiento a las fuentes (ríos, lagos y mares), impedir la propagación de enfermedades por un manejo inadecuado y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, pero recordando la importancia de la participación de la comunidad beneficiada.

Esto basado en el hecho de que la búsqueda constante del bienestar físico de los habitantes a través de un acceso a agua potable, es uno de los objetivos que se debe trazar el gobierno de cada país, ya que el saneamiento básico juega un papel importante en el manejo de aguas residuales domésticas y así garantizar un ambiente limpio y sano (Ministerio de Salud, 2015). Esto ha impulsado la búsqueda de alternativas que contribuyan con el desarrollo de las comunidades a través del mejoramiento del saneamiento básico, “además de una higiene adecuada partiendo del equilibrio y la equidad en las comunidades” (Naciones Unidas, 2018).

## 1.2. Justificación

El saneamiento básico es un elemento fundamental en la prevención y manejo de los impactos ambientales generados por vertimientos provenientes de actividades domésticas, desde esta premisa nace la necesidad de realizar un proceso de aplicación de la metodología propuesta en el proyecto de agua y saneamiento integral rural ASIR-SABA desarrollado por García Vargas y Benavides Barco (2017), en conjunto con la universidad del Valle, el instituto de investigación CINARA y la embajada de Suiza en Colombia, pues con la aplicabilidad de esta se mejora de manera drástica todo el contexto de la comunidad.

Ya que esta es una metodología de tipo transdisciplinario que busca la inmersión de diversos actores en la solución, se requiere identificar la tecnología con mayor viabilidad técnica, económica, social y ambiental para el contexto geográfico y habitantes de la zona de estudio, que redunde en mejora de la calidad de vida y protección y conservación del ambiente. Esto basado en el hecho de que el agua es un recurso vital para el desarrollo de la vida, a través de sistemas que tengan en cuenta factores de innovación tecnológica en un contexto determinados, y al mismo tiempo las necesidades de las comunidades locales, que permitan darle un manejo adecuado a las aguas residuales domésticas.

Por ello, en el manejo y aprovechamiento del recurso hídrico se conjuga toda la problemática del desarrollo sostenible: la necesidad de reconocerlo como un importante factor de producción, pero también como una de las claves para la preservación del ambiente (Gutiérrez, 2005). La incertidumbre sobre el acceso al recurso hídrico de las generaciones presentes y futuras es una realidad a nivel nacional, por ello se deben tomar las medidas preventivas para evitar procesos de contaminación del recurso hídrico, lograr su conservación y sostenibilidad.

Lo anterior permite evidenciar la importancia del desarrollo de este trabajo aplicado ya que permite seleccionar los procesos o tecnologías que van a permitir hacer un tratamiento de las aguas residuales teniendo en cuenta la participación y el punto de vista de la comunidad y a su vez mitigar los impactos ambientales y sociales que se generan al no hacer un uso adecuado de las mismas.

Adicionalmente este proyecto aplicado permitirá obtener información sobre la implementación de sistemas de tratamientos de aguas residuales en zonas rurales, y bases para proponer el sistema más adecuado para la zona de estudio.

### **1.3.Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Elaborar una propuesta metodológica de evaluación y selección de tecnología en saneamiento en la vereda Candelillas del distrito de Tumaco con enfoque participativo.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales.
- Analizar y evaluar criterios de selección de opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales.
- Selección de tecnología de saneamiento en la vereda candelilla en el municipio de San Andrés de Tumaco.

## Marco referencial

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Aguas residuales.

Las aguas residuales son las aguas procedentes de usos domésticos, comerciales, agropecuarios y de procesos industriales, o una combinación de ellas, sin tratamiento posterior a su uso. Estas incluyen partículas de alimentos, aceite, grasa, fibras de tela, pelo, agentes patógenos, jabones, detergentes, champús, dentífricos, cremas de afeitar, detergentes, aceites corporales, cosméticos, restos de arena y otros productos químicos; además pueden contener diferentes metales y sustancias peligrosas. Estas aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. “El agua residual está compuesta de componentes físicos, químicos y biológicos; es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos” (Díaz, Alvarado y Camacho, 2012, p.81).

#### 2.1.2. Tipos de aguas residuales.

Dentro de los tipos de aguas residuales se distinguen algunas categorías como:

- *Aguas residuales domésticas o aguas negras:* proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.
- *Aguas blancas:* pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las

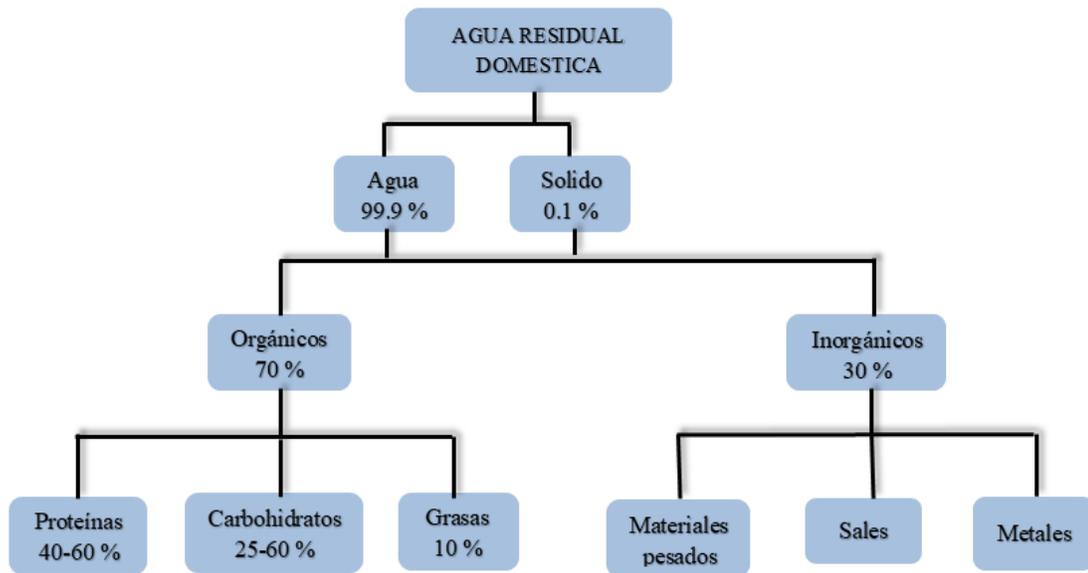
precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración.

- *Aguas residuales industriales*: proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.
- *Aguas residuales agrícolas*: procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo (García y López, s.f., p.2).

### **2.1.3. Aguas residuales domésticas.**

De manera específica, las aguas residuales domésticas hacen referencia a aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.), consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares (Mara, 1990). Se estima que las aguas residuales domésticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca de 99,9 % y apenas 0,1 % de sólidos suspendidos, coloidales y disueltos, esta pequeña fracción de sólidos es la que presenta los mayores problemas en su tratamiento y su disposición (Díaz, Alvarado y Camacho, 2012, p.81).

Ilustración 1 Composición de las aguas residuales domésticas.



Fuente: Metcalf y Eddy (1985).

#### 2.1.4. Sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El aprovechamiento de aguas pluviales o el uso de aguas residuales regeneradas son fuentes complementarias de recurso, estas deben cumplir con cuatro criterios básicos para su reciclaje: seguridad higiénico-sanitaria, bondad estética, tolerancia ambiental y viabilidad económica (Nolde, citado por López, s.f., p275). Según Franco (2007), existen diversos usos que se le pueden dar a estas aguas, entre los más comunes están:

El uso urbano: donde las aguas pueden ser reutilizadas en edificios para inodoros, riego de jardines privados, lavado doméstico de vehículos, limpieza de suelos y lavadoras especialmente diseñadas para operar con agua gris reciclada. El uso minero: donde el agua puede ser usada para el lavado y procesos metalúrgico y riego de caminos (p. 22-23).

Para su reutilización existen diversos sistemas de tratamiento, los cuales se clasifican según el sitio de origen, siendo estos sistemas usados en lugares aislados, donde no existen redes o no es posible construir un sistema integrado (Trampas de Grasa, Tanques sépticos, Campos de infiltración, Filtros intermitentes, Humedales artificiales de flujo sumergido, Filtros sumergidos aireados, Tanques Imhoff) y sistemas de tratamientos centralizados, que son llamadas unidades de tratamientos entre las que tenemos: Rejillas, Desarenadores, Sedimentación primaria, Lodos activados (convencional), Filtros percoladores de alta tasa, roca, plástico, Reactores UASB (RAFA), Reactores RAP, Filtros anaerobios, Lagunas de oxidación, Lagunas anaerobias, Lagunas aireadas, Lagunas facultativas, Lagunas de maduración, Rayos Ultravioleta, Cloración. (RAS, 2000).

#### **2.1.5. Procesos de sistema de tratamientos de aguas residuales.**

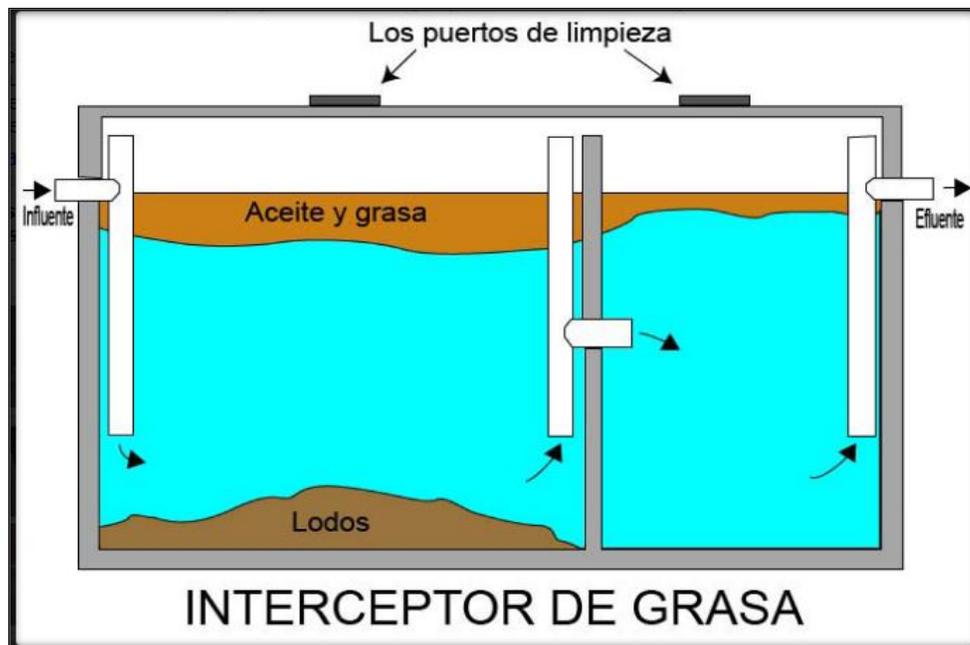
Dentro de los procesos de sistemas de tratamiento de aguas residuales encontramos el pre tratamiento (trampas de grasa); tratamientos primarios y secundarios que incluyen los tanques sépticos; tratamiento secundario avanzado, siendo este un complemento del tratamiento secundario ofrecido por los tanques sépticos y tratamiento terciario, construido por los sistemas de absorción (zanjas o pozos de absorción) y en ausencia de condiciones absorción se encuentran como sistemas complementarios los filtros intermitentes de arena y los humedales (Salvador, 2015).

#### **2.1.6. Alternativas individuales en sitios.**

Dentro de las alternativas en sitio están:

- *Trampas de Grasa:* Es el sistema de tratamiento primario de aguas residuales industriales. Allí se realiza una separación por diferencia de densidades, haciendo que el agua contaminada con el hidrocarburo que entra a la trampa se separe, permitiendo que al alcantarillado o corriente superficial se descargue agua en los límites permisibles por las normas ambientales. En el artículo 154, de la resolución 1096 de 17 de noviembre de 2000 se definen como tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. (Lizarazo J & Orejuela M, 2013). Dentro de las ventajas que se encuentran están que este puede ser construido con materiales disponibles localmente, puede ser usado de forma inmediata, además reduce las obstrucciones futuras, y dentro de sus desventajas está el hecho de que requiere de una fuente constante de agua (Lanpogia, Agueri y Barrios, 2008).

*Ilustración 5. Esquema trampa de grasa*



Fuente: Biodyne, 2018.

- *Tanques sépticos*: En este sistema se aprovecha la capacidad que tiene el suelo para absorber. El uso de este se define después de realizar pruebas de infiltración y conocer la capacidad de absorción del suelo. Dentro de las ventajas de este sistema esta su facilidad, operación y mantenimiento, además de que es una alternativa que tiende a tener gran aceptación en la comunidad (Lanpogia, Agueri y Barrios, 2008). Este sistema consiste de tres etapas
  - ✓ La primera es el tanque sedimentador donde las partículas gruesas quedan en el fondo y las partículas livianas y las grasas se acumulan en la parte superior, al darse la acumulación de partículas se define la primera etapa de tratamiento y al darse una primera descomposición de la materia por procesos anaerobios se entra en una siguiente etapa biológica de tratamiento.
  - ✓ La segunda es la que cumple con el drenaje, en esta etapa se dan dos situaciones: una es la continuación del tratamiento secundario, por medio de la biodegradación de la materia orgánica disuelta en el efluente del tanque. Este proceso es realizado por las bacterias adheridas a las piedras; la otra situación, es la que representa la capacidad de absorción del terreno existente.
  - ✓ La tercera “hace referencia a la remoción, tratamiento y disposición de lodos. De cualquier sistema de tratamiento que se aplique a los líquidos que evacuan excrementos u otros desechos orgánicos, siempre se obtendrá como materia básica sedimentada o mineralizada lo que comúnmente se llaman lodos. Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas, y que por lo general se depositan en el fondo de los sistemas de tratamiento integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Los lodos son una masa acuosa, semilíquida. Por su concentración de materia y de bacterias, en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las

mismas aguas que los traían” (Rosales Escalante, 2003).

- *Biodigestor*: este es un tanque cerrado en forma de reactor que facilita la degradación anaeróbica de aguas negras, lodos, y/o desechos biodegradables; también facilita la separación y recolección del biogás que es producido. Dentro de las ventajas de este está la producción de biogás, que permite conectar las excretas generadas en cocheras y los primeros lavados de beneficios, y sus limitaciones se caracterizan por altos requerimientos de área además de que no se conectan las aguas grises (Lanpogia, Agueri y Barrios, 2008).

#### **2.1.7. Campo de infiltración.**

El campo de infiltración consiste en una serie de trincheras angostas, relativamente superficiales rellenas con un medio poroso (normalmente grava), con tuberías enterradas que tienen perforaciones en la parte inferior y que reparten en el suelo, de forma homogénea el agua residual parcialmente tratada y clarificada, para permitir su tratamiento y disposición en el terreno, empleando los principios de la geodepuración (Huffintong, 2014).

## Marco metodológico

A continuación, se describe la metodología que da cumplimiento a los objetivos del proyecto.

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptiva.

La investigación descriptiva describe el estado, las características, factores y procedimientos presentes en fenómenos y hechos que ocurren en forma natural sin explicar las relaciones que se identifiquen. Su alcance no permite la comprobación de hipótesis ni la predicción de resultados. Lerma (2003). A través de esta metodología se realiza la descripción, registro, análisis e interpretación del problema ambiental originado por el inadecuado manejo de las Aguas residuales y de las necesidades de establecer una metodología de selección de un sistema de tratamiento.

A continuación, se describe paso a paso la propuesta metodológica que permite dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados:

El siguiente procedimiento planteado por etapas y actividades, permitirá el alcance de los objetivos del proyecto.

*Tabla 3. Descripción metodológica.*

<b>Fases</b>	<b>Acciones</b>	<b>Herramienta</b>
- <b>Fase 1: Recolección de información.</b>	- Revisión bibliográfica de conceptos relacionados. - Revisión de material documental libros,	- Entrevista - Encuesta - Talleres participativos
- <b>Objetivo: Identificar opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales.</b>	artículos, revistas, documentos científicos, tesis, institucionales y normatividad relacionado con el tema. - Planear y gestionar visita de los representantes de las autoridades de saneamiento como Corponariño, la Alcaldía municipal mediante la	

	oficina de gestión Ambiental y personas de la comunidad de la vereda para el reconocimiento de la zona.	
- <b>Fase 2: Análisis de información.</b>	- Construcción de análisis estadísticos con la información recolectada	- Formato de entrevista
- <b>Analizar y evaluar criterios de selección de opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales.</b>	- Análisis de las entrevistas - Revisión de los talleres participativos.	- Encuesta formulada - Análisis de talleres
- <b>Fase 3: Socialización.</b>	- Identificar la tecnología que más se adapta a la comunidad.	- Tecnología
- <b>Selección de tecnología de saneamiento en la vereda candelilla en el municipio de Tumaco</b>		- Taller participativo.

*Fuente: Elaboración propia, 2020*

Entrevista-Censo.

Descripción: Se identifica la población de candelilla, antes y después de las nuevas condiciones de gobernabilidad. Esto permite establecer un comparativo de los cambios en cuanto a la población atendida y su relación con las necesidades de ampliación de infraestructura, entre otros.

Se realizaron entrevistas con la directiva de la institución Aguas de Tumaco y Alcaldía municipal, con el fin de presentar la propuesta y obtener el acceso requerido a la información

El censo se solicitó a la Alcaldía distrital de Tumaco ya que esta cuenta con los datos de la población de candelilla

Encuesta.

Descripción: La realización de una encuesta a los habitantes, brinda información importante sobre su percepción acerca de manejo y cuidado del agua en su vida cotidiana. Además de las perspectivas frente a las necesidades en cuanto a servicios de saneamiento y selección de tecnologías

El cuestionario tiene un enfoque cualitativo y se pretende implementar como procedimiento de investigación descriptivo para recopilar datos por medio de un conjunto de preguntas previamente formuladas.

La encuesta diseñada consta de 6 interrogantes, teniendo en cuenta un objetivo claro de evaluación. Cada interrogante posee variables de única respuesta para facilitar la tabulación de los datos y así facilitar el análisis. (Ver anexo 3)

Teniendo en cuenta la información anterior del censo previamente realizado se pasa a obtener el tamaño de la muestra representativa para realizar las encuestas a usuarios y empleados. Para lograr lo anterior se hace uso de la siguiente fórmula propuesta por Murray y Larry (2005):

Tamaño de la población =  $N$  | Margen de error =  $e$  | puntuación  $z = z$

Es un porcentaje, debe estar expresado con decimales (por ejemplo, 3 % = 0.03).

La puntuación  $z$  es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción dada se aleja de la media. Para encontrar la puntuación  $z$  adecuada, consulta la tabla a continuación:

Tabla 4 Puntuación z

Nivel de confianza deseado	Puntuación z
80 %	1.28
85 %	1.44
90 %	1.65
95 %	1.96
99 %	2.58

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se tuvo en cuenta los siguientes datos:

Tamaño de la población: 260 usuarios

Nivel de confianza 90%

Desviación estándar: 1.65

Margen de error: 15%

## Análisis e interpretación de datos

### 4.1. Opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales.

#### 4.1.1 Revisión bibliográfica

Como resultado de la revisión bibliográfica se identificaron las opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales con posibilidades de implementación en la zona de estudio

De este modo, dentro de los sistemas que se consideran están, según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial (2010):

- *Trampas de grasa:* La función más importante de la trampa de grasas, es evitar que las

grasas y jabones disminuyan la eficiencia de las etapas siguientes del tratamiento complementario del efluente. Estas deben estar ubicadas cerca a los lavaplatos, lavarropas donde se descarguen desechos grasos (p.220).

- *Tanque séptico*: están enfocados sobre todo en las áreas rurales, viviendas rurales que no cuentan con servicio de alcantarillado. El tratamiento que se desarrolla dentro de un tanque séptico es biológico. Allí las aguas residuales son sometidas a descomposición por procesos naturales y microbiológicos en un ambiente ausente de aire.
- *Filtro anaerobio*: Este sistema, consiste en un reactor inundado de flujo ascendente o descendente empacado con soportes plásticos o piedras de 3 a 5 cm de diámetro promedio. El agua residual atraviesa el lecho empacado permitiendo la interacción entre el sustrato en el agua residual y el microorganismo adherido al empaque. Debido a que en este sistema el microorganismo se encuentra adherido al empaque, su tiempo de retención celular es mayor al tiempo de retención hidráulica manejado. Este sistema puede aplicarse en el tratamiento de aguas residuales de casas habitación debido a su alta resistencia a la fluctuación en caudales. (p.30).
- *Filtros intermitentes*: esta puede entenderse como la aplicación intermitente de aguas residuales previamente sedimentadas como el efluente de un pozo séptico. “Se recomienda usarlos en lugares con escasa cobertura vegetal y de tasas de infiltración rápidas. Se recomienda usarlos en lotes de área limitada pero apropiados para tratamientos de disposición en sitio” (p.239).
- *Humedales artificiales de flujo sumergido*: deben localizarse aguas abajo de un tanque séptico. Para esto, debe hacerse una evaluación de las características del suelo, localización de cuerpos de agua, topografía, localización geográfica, líneas de propiedad y vegetación

existente para localizar adecuadamente el humedal. Se recomienda que la superficie del humedal se cubra con vegetación.

Según la Organización Panamericana de la Salud (2010) en su Guía para acciones a nivel local sobre saneamiento rural y salud existen diversas tecnologías que pueden ser aplicadas en el área rural desde un enfoque local, las cuales pueden ser adaptadas en contextos rurales que no cuentan con un sistema convencional para la disposición de aguas residuales. Dentro de estas están:

- *Tanques sépticos*: “Consiste en un depósito de sedimentación cubierto, agua residual, incluso la procedente de baños y cocinas, puede enviarse a los tanques sépticos sin riesgo de alterar su funcionamiento normal.”
- *Sumideros*: pueden construirse en suelos compactos e impermeables (suelos arcillosos), en los que el coeficiente de infiltración es superior a 60. Según el trazado del terreno puede construirse uno o varios pozos de absorción o sumideros, dependiendo de la filtración del terreno. El Sumidero es un hoyo cuadrado que varía de 50 centímetros a 1 metro por lado, dependiendo casi siempre del tipo de suelo, este a su vez hay que llenarlo con piedras grandes y pequeñas, dejando espacios para que se filtre el agua y no se rebalse el hoyo (p.160).

#### 4.1.2 Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas

Dentro de los talleres se expusieron las tecnologías descentralizadas para el tratamiento de aguas residuales domésticas en la zona rural de vivienda dispersa, entre las que están:

□ Ilustración 2. Tabla Opciones de tratamiento in situ.

OPCIONES DE TECNOLOGÍAS	VARIABLE DE DECISIÓN								
	Cantidad de agua disponible		Disponibilidad de terreno		Permeabilidad del suelo		Zona inundable	Muy baja capacidad económica	Compostaje de las heces
OPCIONES DE TRATAMIENTO IN SITU	Menos de 40 lppd	Más de 40 lppd	Entre 500 y 1000 m <sup>3</sup>	Más de 1000 m <sup>3</sup>	permeable	No permeable	No	No	No
Trampas de grasa	Si	No	Si	No	Si	No	No	No	No
Tanque séptico con pre y pos tratamiento	No	Si	No	Si	Si	Condición 1	No	No	Si
Filtro anaerobio de flujo ascendente	Si	No	Si	No	Si	No	No	No	No
Filtro intermitente	Si	No	Si	No	Si	No	No	No	No
Humedal	No	Si	No	Si	Si	No	Si	No	No
Letrinas aboneras secas familiares	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No

□ Tomado de: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, 2010, p.254.

A continuación, se presenta en la tabla las eficiencias de remoción de las diferentes tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales según (Rodríguez Miranda, J. P., García Ubaque, C. A., & Pardo Pinzón, J. 2015), para la elección de la tecnología.

Tabla 5 Eficiencias de remoción de contaminantes por tecnologías

TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO	REFERENCIA	EFICIENCIA DE REMOCIÓN (%)									
		SST	DBO <sub>5</sub>	DQO	N NH <sub>3</sub>	N ORG	N NO <sub>3</sub>	N TOTAL	P PO <sub>4</sub>	P TOTAL	COLIFORMES
Tanque séptico	Batalha (1989)	50-70	40-62					<10		<10	<60
Tanque séptico – filtro	Von Sperling (1996)		70-90					10-25		10-20	60 – 90
Filtro anaerobio	RAS (2000)	60-70	65-80	60-80						30-40	
	Rodríguez et al. (2006)			75-85							
Filtro percolador alta tasa	Yáñez (1995)	70-90	60-85								90 – 95
	Metcalf & Eddy (2001)	60-85	65-80	60-80	8-15			15-30		8-12	90 – 95
	Von Sperling (1996)	85-95	80-93					30-40		30-45	60-90
Filtro percolador súper tasa	RAS (2000)	65-85	65-85	65-85	8-15	15-50				8 – 12	
Laguna anaerobia – humedal	Caicedo (2005)	87-93	80-90					37-48		45 – 50	

Fuente: Rodríguez Miranda, J. P., García Ubaque, C. A., & Pardo Pinzón, J. 2015

La tabla 6 de composición típica de aguas residuales muestra la concentración de algunos parámetros fisicoquímicos, con la clasificación de varios autores como fuerte, media y débil; Los niveles en su concentración dependen de la cantidad de desechos que se generan en las viviendas, están compuestas por aguas residuales domésticas.

Tabla 6. Composición típica de aguas residuales crudas

PARÁMETRO	UNIDAD	CONCENTRACIÓN*			CONCENTRACIÓN**			CONCENTRACIÓN***		
		FUERTE	MEDIA	DÉBIL	CRUDA	SEDIMENTADA	TRATADA BIOLÓGICAMENTE	FUERTE	MEDIA	LIGERA
Sólidos totales (ST)	mg/L	1200	720	350	800	680	530	1000	500	200
SDT	mg/L	850	500	250				500	200	100
SST	mg/L	350	220	100	240	120	30	500	200	100
Sólidos sedimentables (SS)	mg/L	20	10	5				250	180	40
DBO <sub>5</sub>	mg/L	400	220	110	200	130	30	300	200	100
COT	mg/L	290	160	80						
DQO	mg/L	1000	500	250				800	450	160
N Total	mg/L	85	40	20	35	25	20	86	50	25
N NH <sub>3</sub>	mg/L	50	25	12				50	30	15
N NO <sub>2</sub>	mg/L	0	0	0				0,1	0,05	0,001
N NO <sub>3</sub>	mg/L	0	0	0				0,4	0,2	0,1
N <sub>org</sub>	mg/L	35	15	8				35	20	10
P <sub>total</sub>	mg/L	20	10	6	10	8	7	17	7	2
P <sub>org</sub>	mg/L	5	3	1						
P <sub>inorg</sub>	mg/L	10	5	3	7	7	7			
Sulfatos	mg/L	50	30	20						
Cloruros	mg/L	100	50	30				175	100	15
Grasas y aceites	mg/L	150	100	50				40	20	5
Acididad total	mg/L	200	100	50						
COV's	mg/L	400	400-100	100						
Coliformes totales	NMP/100 mL	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup>						

Fuente:  
 \*Tomado de Metcalf & Eddy (2001)  
 \*\*Tomado de Hammer (1971)  
 \*\*\*Tomado de Hernández (1996)

Fuente: Rodríguez Miranda, J. P., García Ubaque, C. A., & Pardo Pinzón, J. 2015

De acuerdo con las revisiones bibliográficas el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas que se podría implementar en la vereda Candelillas estaría conformado por las siguientes unidades: Trampas de grasa, Tanque séptico de doble cámara, filtro anaerobio de flujo ascendente y humedales artificiales de flujo sumergido.

#### 4.1.3 Entrevistas

Se consultó acerca de las percepciones que tienen entidades gubernamentales como Corponariño, la Alcaldía municipal mediante la oficina de gestión Ambiental y personas de la comunidad respecto a la actual situación que vive la población en cuanto al sistema de tratamiento de aguas

residuales, de este modo, se aplicó una entrevista a los representantes de Corponariño, a las autoridades de la alcaldía y una encuesta a la comunidad, dentro de los resultados de la entrevista se destaca la baja favorabilidad de las políticas nacionales del recurso hídrico desde el saneamiento básico para la población de la vereda Candelillas ya que no existe registro de seguimiento que evidencie el cumplimiento de estas políticas ambientales, al igual que no se cuenta aún con los recursos necesarios para la aplicación de un sistema de alcantarillado. La funcionaria encargada de la corporación autónoma de Nariño, durante la entrevista manifiesta lo siguiente “cómo es posible ver, como en el municipio de Tumaco en el año 2020 aún no se cuenta con un sistema de alcantarillado en el casco urbano de forma completa, lo que nos lleva inmediatamente a pensar que las zonas rurales son las más abandonadas en cuanto a la prestación de estos servicios que constituye como un derecho fundamental para una vida de todo ser” (Entrevistado 1, diciembre de 2019).

Así mismo, lo expresan las autoridades de la Alcaldía de Tumaco, quienes evidencian que el municipio aún tiene muchas falencias en cuanto a la prestación del servicio ya que las personas cuentan en su mayoría con “sistemas propios de tratamiento de aguas residuales a través de infiltración o en su defecto vertimiento directo al mar en zonas parafíticas. (Entrevistado 3, diciembre de 2019). En cuanto a las soluciones que se pueden aplicar, según los entrevistados, es posible que la aplicación de soluciones efectivas sean los tanques sépticos, con sistemas de pre y post tratamiento, que habría que definir de manera técnica, pero también considerando factores relacionados con la operación y el mantenimiento del sistema, así como la dimensión económica. Esto basado en el hecho de que las zonas rurales, en este caso, son muy dispersas y estas ubicadas en zonas de difícil acceso.

*Ilustración 3. Reunión con personal directivo alcaldía de Tumaco*



Fuente: elaboración propia

En este sentido, uno de los entrevistados considera que la mejor forma de tecnología en el tratamiento de aguas residuales como una solución inmediata a la falta de alcantarillado es a través de pozos sépticos con un sistema de pre tratamiento y un pos tratamiento, “ya sea de forma individual o comunitaria, el cual permite el vertimiento de aguas residuales sin arrastres de sólidos hacia una descarga directa o por medio de la infiltración” (Entrevistado 2, diciembre de 2019). Por tanto, considera que: “Tumaco no tiene un plan de alcantarillado ya que no cuenta ni siquiera con los recursos para las redes físicas, esto demuestra la debilidad operativa de las entidades en cuanto a la administración de los recursos, lo que finalmente trae niveles deficientes de atención, de calidad y oportunidad de acceso a este servicio” (Entrevistado 4, diciembre de 2019). Esto finalmente, lo que provoca un bajo nivel de respuesta frente a situaciones de emergencia,

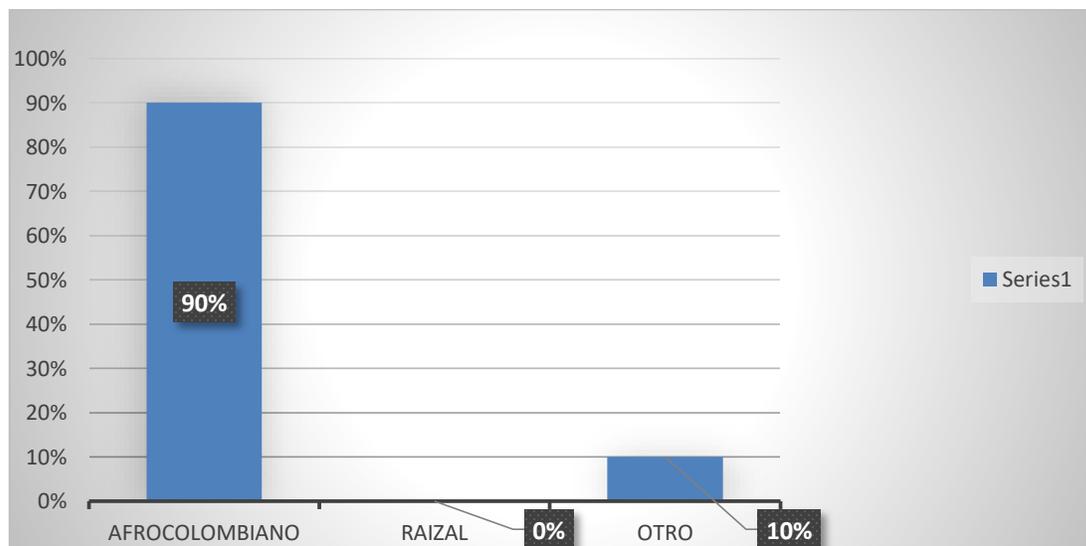
disminución en niveles de productividad, altos costos en la prestación de servicios y baja esperanza de vida para la población.

#### 4.1.4 Encuestas

En cuanto a los resultados de la aplicación de la encuesta a las personas de la comunidad fue posible establecer aspectos relacionados con redes de alcantarillado. De este modo, se obtuvieron las siguientes respuestas:

Frente al grupo étnico que pertenecen las personas respondieron que:

*Figura. 1 pregunta 1 grupo étnico a que pertenece*



Fuente: Elaboracion propia.

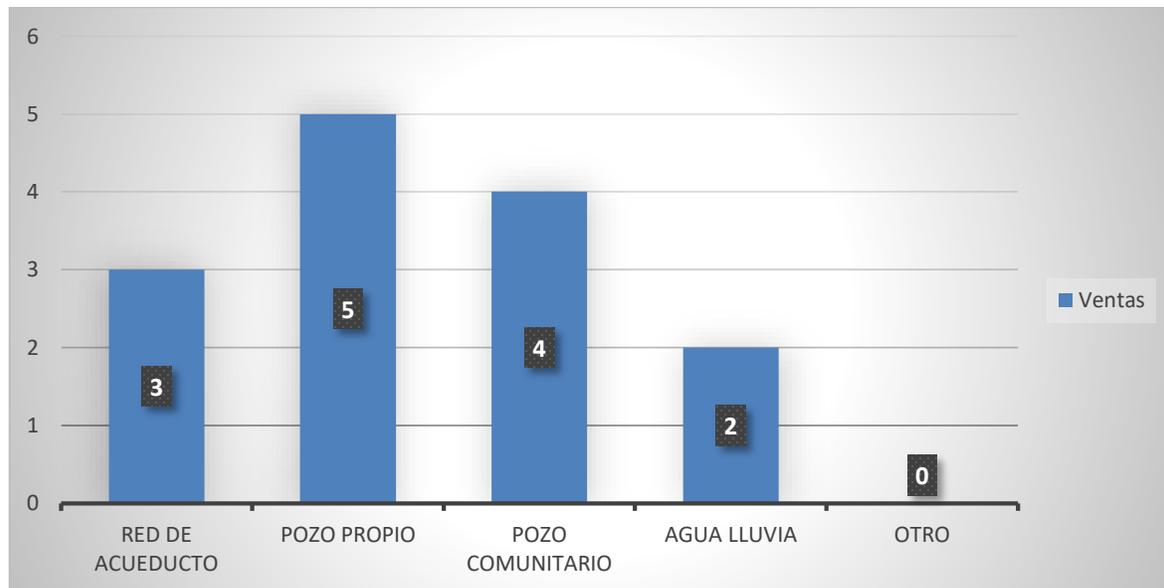
El 90% de las familias encuestadas declaran que se reconocen como afrocolombianos y el 10% como otro grupo étnico en el que se incluyen indígena y mestizo. Lo que es importante reconocer ya que las personas afrocolombianas han sido reprimidas históricamente en Colombia olvidando los derechos fundamentales de igualdad.

Programa para las naciones unidas para el desarrollo. (2011). Afrodescendientes en

Colombia se enfrentan a pobreza y exclusión”

Sobre cómo se abastecen de agua las personas se obtuvieron los siguientes porcentajes:

Figura. 2. Pregunta 2 cómo se abastecen de agua las personas

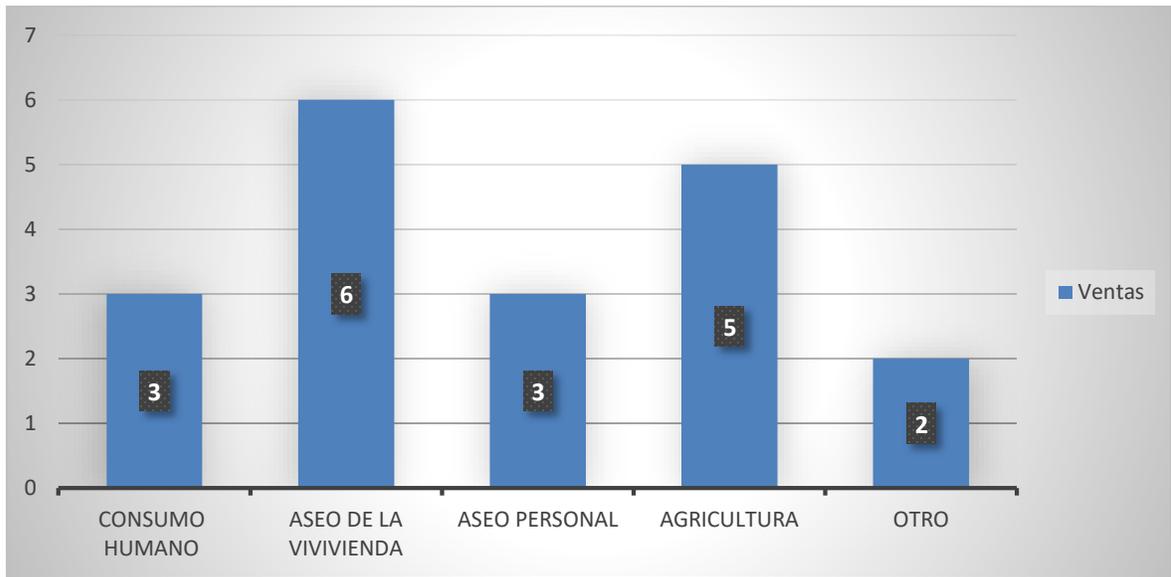


Pregunta 2. Fuente: Elaboracion propia.

Según los resultados es posible observar que en su mayoría las personas no tiene una red de acueducto segura que les abastezca sus casas pues apenas el 21% de las personas cuenta con este servicio que debe considerarse un derecho básico según la constitución del país, además se observa que las personas deben recurrir a otro tipo de estrategias como el uso de pozos propios que en este caso es del 36% y de pozos comunitarios con un 29%, esto requiere de soluciones de corte tecnológicas que posibiliten una mayor calidad de vida.

En qué usan las personas el agua más de una vez, estos respondieron que:

Figura. 3 pregunta 3 para que usan las personas el agua más de una vez?

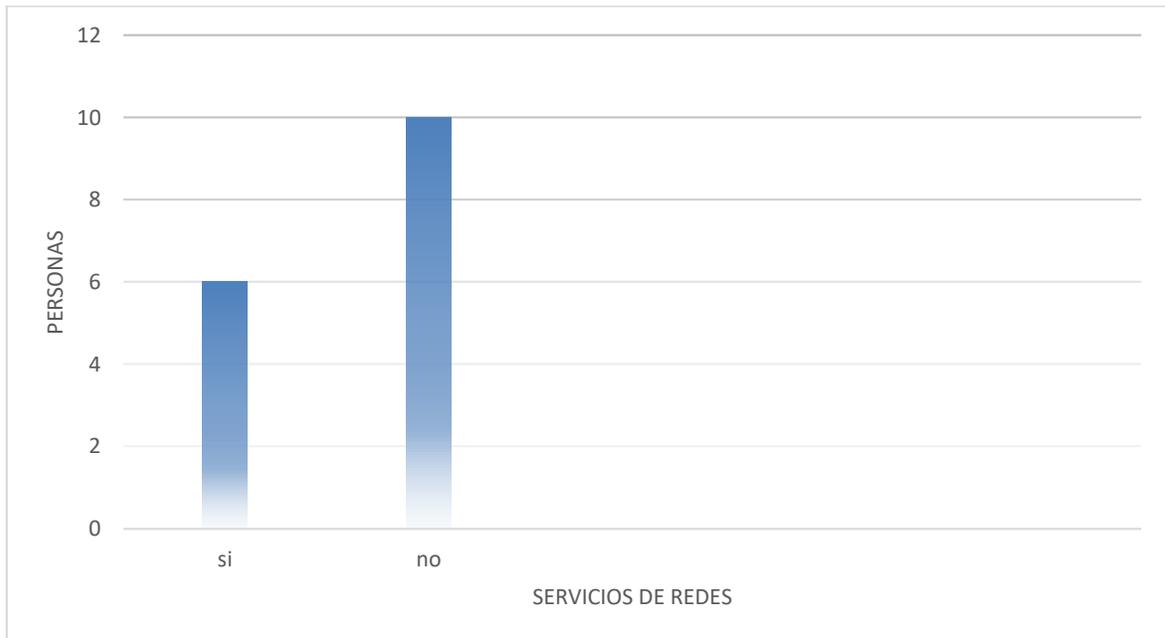


Pregunta 6. Fuente: Elaboracion propia.

Es evidente que las personas en su mayoría usan estas aguas para el aseo de sus viviendas con un 32%, seguido de la agricultura con un 26% lo que quiere decir que las personas no usan tanto estas aguas como parte de su consumo humano ya que esta apenas logró un 16%, sin embargo es posible resaltar que se hace necesario la inclusión de nuevas tecnologías para que las personas puedan usar más estas aguas en dicha actividad, logrando entonces suplir la falta de un alcantarillado. Así mismo, las personas respondieron que estas son usadas para el aseo personal con 16% esto demuestra que si se aplican estas tecnologías sus usos se podrán ampliar a muchas otras actividades.

Con respecto a la evaluación del servicio de saneamiento básico, se preguntó si tenían redes de alcantarillado a lo que se respondió que:

Figura. 4 pregunta 4 evaluaciones del servicio de saneamiento en general

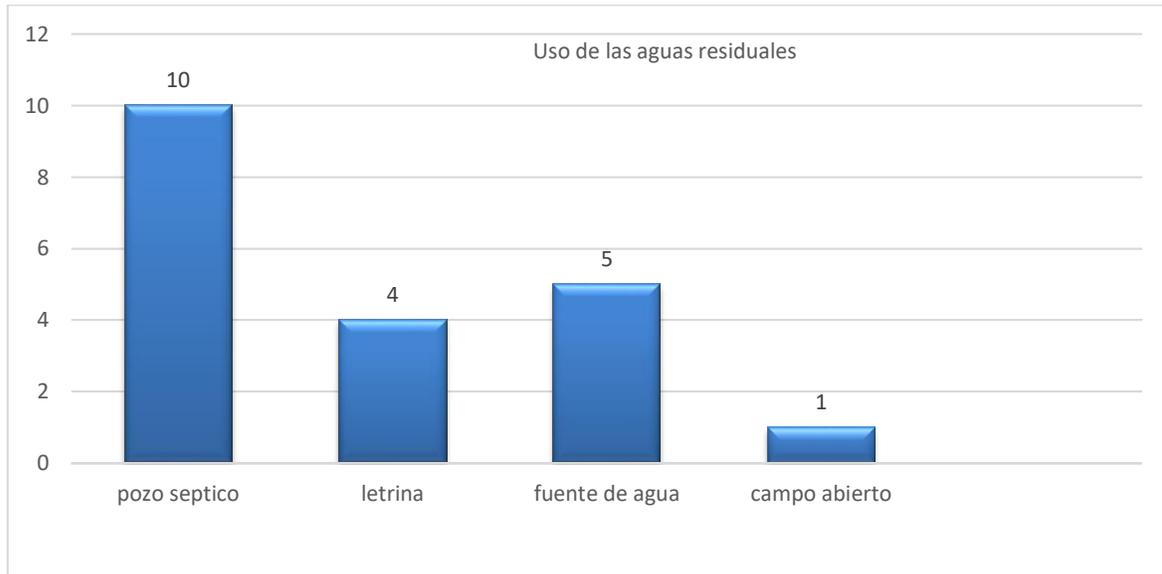


Pregunta 3. Fuente: Elaboracion propia.

Este es uno de los resultados que más impacta en la investigación, pues es evidente que las personas de esta vereda no cuentan con alcantarillado lo que definitivamente pone en evidencia que se requieren de planes de acción que ayuden a esta población a tener una vida de calidad. Esto basado en el hecho de que el 63% de la población no tiene red de alcantarillado y el 37% restante se encuentra en mal estado, lo que requiere de mucha atención y de soluciones efectivas que involucren a la comunidad, a Corponariño y a la alcaldía.

Sobre cuál es el tratamiento que tienen las aguas residuales de los hogares, las personas contestaron que:

*Figura. 5 pregunta 5 cuál es el uso que tienen las aguas residuales de los hogares?*

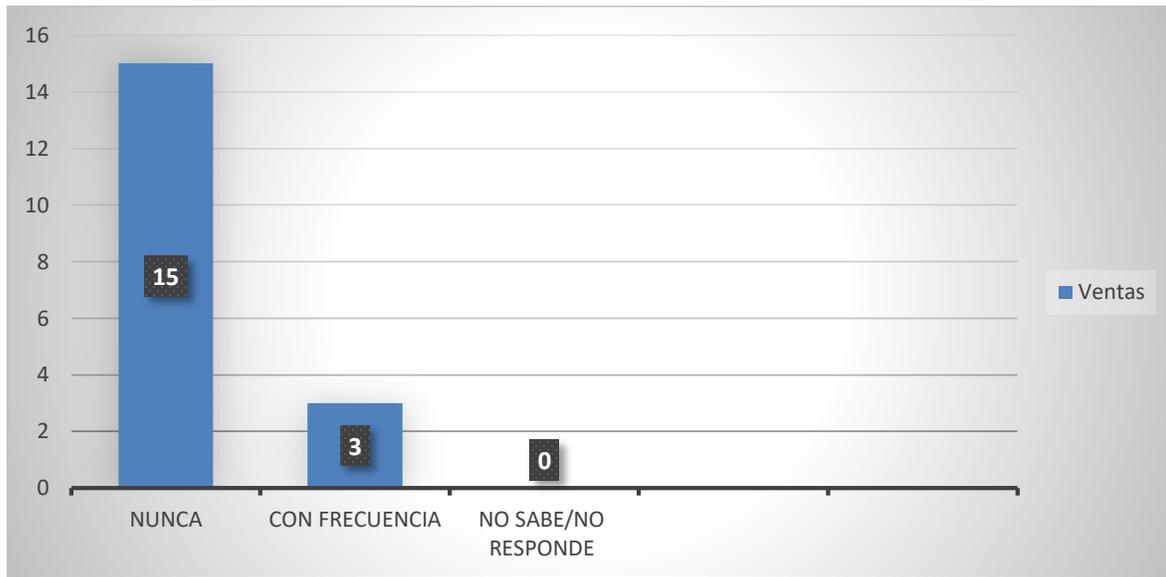


. Fuente: elaboracion propia.

Según los resultados, se observa que la mayoría de las personas usan pozos sépticos como sistemas de reutilización de aguas residuales ya que el 50% de los habitantes coincidieron en esto. Por su parte, el 20% de las personas usan letrinas como sistemas de aguas residuales, el 25% usa fuentes de agua y el 5% en campo abierto. De este modo, siendo los pozos sépticos la tecnología más adecuada en el caso de esta zona rural.

Conectado con la pregunta anterior, se buscó conocer si las personas realizaban mantenimientos a sus pozos o letrinas, se obtuvieron las siguientes respuestas:

Figura. 6 pregunta 6 conocer si las personas realizaban mantenimientos a sus pozos o letrinas



Fuente: elaboracion propia.

Respecto a esto, se logró identificar que el 83% de las personas no le hacen mantenimiento a sus pozos o letrinas lo que es alarmante pues se requiere además de todo, la aplicación de una actividad basada en la educación frente a como se debe mantener un sistema de estos, pues se debe ante todo pensar en la salud general de las personas. Además, es importante que se tome conciencia que el pozo séptico o la letrina por si solas no sirven, sino tienen un mantenimiento adecuado. Se identificó la necesidad de realizar capacitaciones en temas relacionados con las diferentes etapas del proyecto, para que la comunidad afiance sus conocimientos y pueda realizar el mantenimiento periódico de sus tecnologías siendo necesario hacer un cruce de información entre el conocimiento empírico de las comunidades y la academia.

## **4.2 Criterios de selección de opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales**

La planificación ambiental hídrica en cuencas hidrográficas debe involucrar diferentes elementos para la descontaminación del cuerpo de agua receptor, con base en los aspectos técnicos, económicos y ambientales. Es por ello que se debe conocer la composición típica del agua residual cruda, la eficiencia de remoción de contaminantes por tipo de tecnología, indicadores de desempeño por tecnología, aspectos ambientales sobre localización y la estrategia espacial para la localización.

Para la viabilidad técnica, ambiental, social y económica y su validación además del taller participativo anterior, se dio a conocer información y títulos relacionados donde se mostró a la comunidad los distintos tipos y opciones tecnológicas disponibles para el tratamiento de agua residual, se dieron a conocer los límites técnicos para los parámetros turbiedad, color y la cantidad de coliformes fecales, como también se mostraron los requerimientos de personal y máquinas para cada una de las tecnologías;

Para la cualidad o atributo técnico, considerado como los aspectos propios del sistema de tratamiento cumplir con la normatividad ambiental de vertimiento en cuerpos de aguas receptores y su rendimiento y/o eficiencia para la remoción de contaminantes presentes en el agua residual cruda, se establecen parámetros como: la confiabilidad, viabilidad, flexibilidad, complejidad, accesibilidad y tratamiento y manejo de subproductos (biogás y lodos).

Para la cualidad o atributo ambiental, considerado como las propiedades ambientales que pueda tener el sistema de tratamiento en términos de los impactos generados en su entorno, se describen parámetros como: generación de olores, ruido, espumas, impacto estético, reutilización del agua residual tratada y estabilidad del sistema de tratamiento.

**Criterios, contruidos de manera participativa con la comunidad:** Aplicabilidad del proceso, Generación de residuos, Aceptación por parte de la comunidad, Generación de subproductos con valor económico o de uso, Vida útil, Requerimiento de área, Costo, Diseño y construcción, Operación y Entorno e impacto ambiental

### **Aplicabilidad del proceso**

Este rubro implica el grado de adecuación o pertinencia del proceso de acuerdo con las características particulares del agua residual a tratar, así como de la calidad requerida para el agua tratada. Involucra entonces los siguientes factores:

- ✓ Intervalo de flujo en el cual el sistema es aplicable
- ✓ Tolerancia a variaciones de flujo
- ✓ Características del agua residual
- ✓ Eficacia de remoción

### **Generación de residuos**

Los tipos y cantidades de residuos sólidos, líquidos o gaseosos generados por un proceso de tratamiento deben ser conocidos o estimados. Algunos aspectos que deben considerarse en el procesamiento de los residuos son el sitio de disposición final y el costo de tratamiento y disposición de los mismos. La selección del tipo de tratamiento y disposición de los residuos debe hacerse a la par con el tratamiento del agua residual, ya que forma parte de un mismo sistema.

### **Aceptación por parte de la comunidad.**

Este proceso es uno de los factores decisivos para que se realice o no la construcción de la planta de tratamiento. Una obra como ésta deberá ser aceptada por la organización a la que dará servicio

(población) y por los vecinos. La estrategia de comunicación del proyecto desde etapas tempranas es fundamental para tener éxito en este aspecto

### **Generación de subproductos con valor económico o de uso**

En algunas plantas de tratamiento de aguas es posible generar subproductos con valor económico (cierto tipo de lodos para inóculo de otras plantas de tratamiento, lodo como mejorador de suelos o fertilizante (biosólido), biogás con valor energético) los cuales pueden representar ventajas adicionales al tratamiento del agua, pues significan entradas de dinero y un aprovechamiento de recursos que contribuye a la sustentabilidad.

### **Vida útil**

Este concepto responde a la interrogante sobre cuánto tiempo durará operando la planta de tratamiento de aguas. Generalmente hay dos partes en la vida útil del sistema de tratamiento de aguas: la de la infraestructura (obra civil, eléctrica, tuberías, tableros de control) y la de los equipos electromecánicos rotatorios y dispositivos electrónicos diversos, expuestos a un mayor desgaste por lo que poseen una vida útil menor.

### **Requerimientos de área**

El área requerida para la construcción de un sistema de tratamiento puede ser factor fundamental en la toma de decisiones.

### **Costo**

El considerar todos los costos en el análisis financiero del proyecto es indudablemente la práctica adecuada para apoyar la selección del proceso, ya que se determina el costo real por metro cúbico

tratado. En ello se deben involucrar no solo los montos de inversión requeridos, sino también los costos de operación y mantenimiento en el horizonte de la vida útil del sistema a por construir.

**Inversión:** Este criterio es a veces difícil de ponderar en la toma de decisiones, pues generalmente se basa en consideraciones “ajenas” al proceso de tratamiento de aguas residuales que se está evaluando, como son la disponibilidad de recursos del cliente o usuario para llevar a cabo el proyecto, el costo del dinero, la posibilidad de allegarse financiamiento, e incluso la oferta de financiamiento por parte de la empresa que llevará a cabo el proyecto.

**Costo de operación y mantenimiento:** En la actualidad se debe hacer énfasis especial en este rubro, si se toma en cuenta la frecuente escasez de recursos económicos que enfrentan los organismos operadores de sistemas de agua y saneamiento en la región Latinoamericana. Con frecuencia, los recortes en presupuestos se dan en estos aspectos, particularmente en el caso de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Debe ser incluso un criterio de decisión más importante que el costo de la inversión inicial, ya que en el corto plazo un sistema de operación costosa, por arriba de la capacidad de pago del usuario, será abandonado. Este criterio involucra el análisis de los siguientes conceptos:

- ✓ Costo de insumos (reactivos)
- ✓ Costo de la energía
- ✓ Gastos administrativos y de personal

## **Diseño y construcción**

Bajo este rubro se han agrupado los aspectos de criterios de diseño, experiencia del contratista, tecnología ampliamente probada y complejidad en la construcción y el equipamiento.

## **Operación**

Bajo este rubro se agrupan conceptos que están relacionados con el funcionamiento de la planta de tratamiento para garantizar la producción del agua tratada deseada, como son la flexibilidad de operación, confiabilidad del proceso, complejidad de su operación, requerimientos de personal y disponibilidad de repuestos y centros de servicio para los equipos.

## **Entorno e impacto al medio ambiente**

Este criterio engloba los efectos relacionados con la operación del sistema de tratamiento sobre el ambiente y viceversa. Incluye la influencia de la temperatura sobre el proceso, la producción de ruido, contaminación visual, producción de malos olores, generación de gases de efecto invernadero y la reproducción de insectos o animales potencialmente dañinos a la salud.

### **4.3 Selección de la tecnología de saneamiento viable técnica, ambiental, social y económicamente**

#### **4.3.1 Árbol de compromisos**

Se realizaron algunos talleres participativos con la comunidad con el fin de identificar cual es la mejor tecnología que se debe escoger según sus necesidades para el saneamiento básico. Para

esto se usó un árbol de compromisos en el que la comunidad participo a través de una metodología donde las personas pasan de un trabajo individual a un trabajo colectivo.

Las personas describieron sus sueños y miedos, cada uno de los participantes registro durante todo un día los miedos que tienen y los sueños que desean, como también una matriz de decisiones que nos permitió evaluar las tecnologías propuestas para la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales, la cual señala rubros significativo para la toma de decisiones como la generación de residuos, la aceptación por parte de la comunidad y la influencia sobre el entorno e impacto al medio ambiente

La siguiente imagen ilustra la participación ciudadana en el taller, realizado en salón comuna de la vereda de Candelilla.

*Ilustración 4. Taller participativo comunidad de candelilla*





Fuente: Autor propio

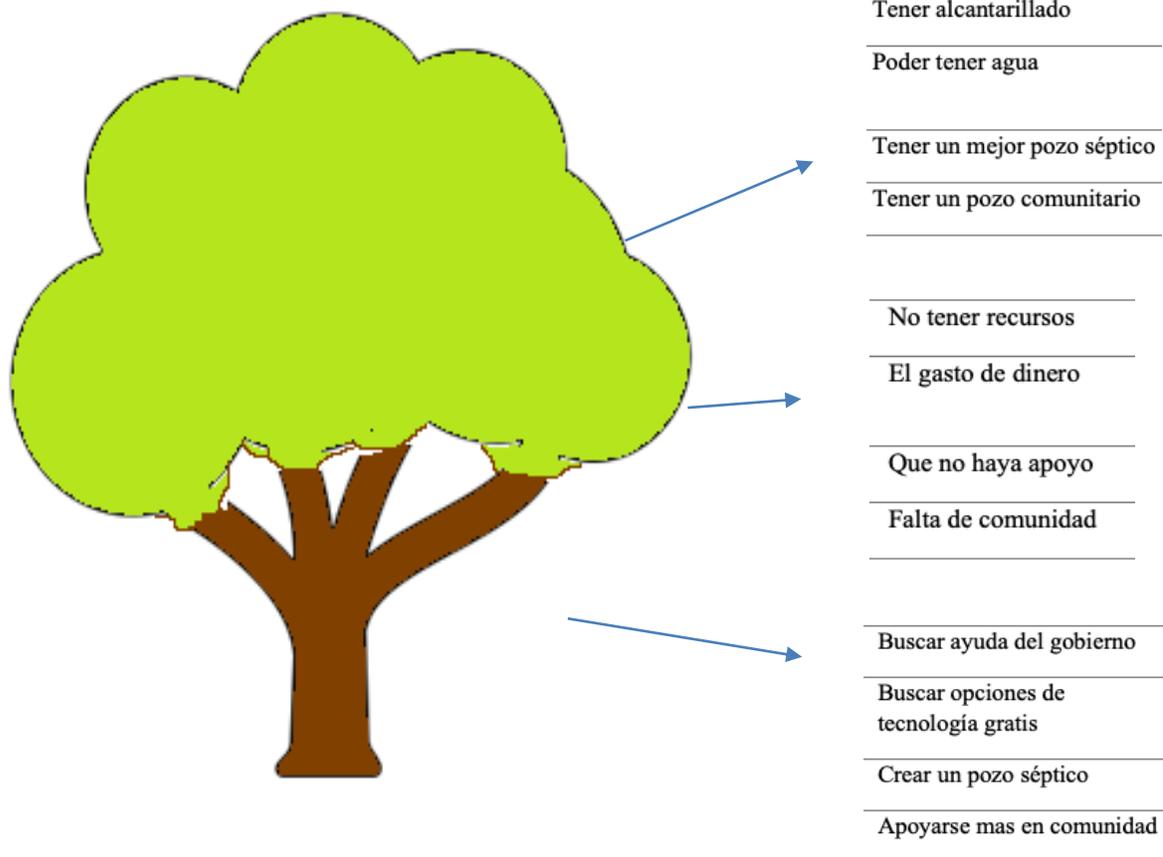
Logrando pasar de un ámbito individual a uno colectivo. La tarea de registro de sueños y miedos suele generar procesos muy saludables de articulación familiar y comunitaria, con frecuencia se observa a las familias reunidas. A cada grupo se le pide elaborar, en base a los registros de las libretas, un árbol de sueños y miedos y pintarlos en un papelógrafo. Los miedos deberán colocarse en las raíces, porque desenterrar los miedos más profundos es una forma de confesar los temores, aquellos que nos avergüenzan o angustian. Se debe alentar a realizar una lluvia de miedos que recoja todos los escritos en las libretas, debemos promover una actitud respetuosa que parta del reconocimiento de cómo decir los miedos en voz alta les da el soporte comunitario y nos ayuda a dimensionarlos mejor. En las ramas se escribirán los sueños, las grandes utopías, se cree que decir los sueños en voz alta es el primer paso para transformarlos en realidades. Al igual que con los miedos se pedirá respeto para todos los sueños.

La sistematización se ubica en el siguiente cuadro, dando como resultado lo siguiente:

Grupo	Sueños	Miedos	Compromisos
1	Tener alcantarillado	No tener recursos	Buscar ayuda del gobierno
2	Poder tener agua potable	El gasto de dinero	Buscar opciones de tecnología gratis
3	Tener un mejor pozo séptico	Que no haya apoyo	Crear un pozo séptico
4	Tener un pozo comunitario	Falta de compromiso comunitario	Apoyarse más en comunidad

Árbol de compromisos.

Figura. 7 Rama de los sueños



Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.2. Viabilidad técnica, ambiental, social y económica**

Por medio de matriz de selección cualitativa y cuantitativa, se evaluará las alternativas para tratar las aguas residuales de la comunidad de candelilla, se realizan matriz de selección comparativa de sistemas con pre tratamiento en trampa de grasas y pos tratamiento con filtros anaerobio de flujo ascendente, cajilla de inspección y sitio de vertimiento en las cuales se le otorgará un porcentaje de acuerdo con el nivel de importancia. Estos porcentajes son establecidos y utilizados para determinar el puntaje de este sistema de tratamientos. El máximo valor que se puede obtener de una alternativa de tratamiento es 5 y el menor de 0 estableciendo la viabilidad o no del proyecto

La matriz de decisión es la herramienta que permite evaluar las tecnologías propuestas para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, que por lo general es una tarea complicada. La investigación, las entrevistas con las autoridades y las entrevistas con la comunidad fueron fundamentales para la toma de la decisión adecuada en función de las necesidades legales, económicas, financieras y contractuales, para la comunidad de candelilla y de su entorno.

Esta matriz correlaciona los distintos aspectos evaluados a un proceso de tratamiento de agua bajo la asignación de calificaciones cuantitativa los cuales se dividen en unas series de rubros.

En la matriz de decisión propuesta se resalta los rubros más significativos para la toma de decisión para la población de candelilla, se tuvo en cuenta: la generación de residuos, la aceptación por parte de la comunidad y la influencia sobre el entorno e impacto al medio ambiente.

Ilustración 9. Matriz de decisión de sistema de tratamiento de aguas residuales con pre y postratamiento

	A	B	C	D	E
#	%	PROCESO EVALUADO: Tanque séptico con Pre y Pos Tratamiento RUBROS EVALUADOS	CALIFICACIÓN 0= no aplica 1= deficiente 3=adecuado 5=muy bueno	C/5 (excepto en renglones 7.3, 8.5, 9.6 y 10.7)	D*A
1	5	APLICABILIDAD DEL PROCESO	3	0.6	3
2	5	GENERACIÓN DE RESIDUOS	3	0.6	3
3	10	ACEPTACIÓN POR PARTE DE LA COMUNIDAD	5	1	10
4	0	GENERACIÓN DE SUBPRODUCTOS CON VALOR ECONÓMICO O DE REUSO	3	0.6	0
5	5	VIDA ÚTIL	5	1	5
6	5	REQUERIMIENTO DE ÁREA	5	1	5
7	20	COSTO			
7.1		Inversión	3		
7.2		Operación y mantenimiento	3		
7.3		Sumar las casillas 7.1 y 7.2 y dividir el total entre 10. El resultado anotarlo en la casilla 7.3 D		0.6	12
8	15	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN			
8.1		Criterios de diseño	5		
8.2		Experiencia del contratista	5		
8.3		Tecnología ampliamente probada	5		
8.4		Complejidad en la construcción y equipamiento	3		
8.5		Sumar las casillas 8.1C, 8.2C, 8.3C y 8.4C y dividir el total entre 20. El resultado anotarlo en la casilla 8.5D		0.9	13,5
9	25	OPERACIÓN			
9.1		Flexibilidad de operación	5		
9.2		Confiabilidad del proceso	3		
9.3		Complejidad de operación del proceso	3		
9.4		Requerimiento del personal	5		
9.5		Disponibilidad de repuestos y centros de servicio	3		
9.6		Sumar las casillas 9.1C, 9.2C, 9.3C, 9.4C y 9.5C y dividir el total entre 25. El resultado anotarlo en la casilla 9.6D		0.76	19
10	10	ENTORNO			
10.1		Influencia de la temperatura	3		
10.2		Producción de ruido	0		
10.3		Contaminación visual	0		
10.4		Producción de malos olores	3		
10.5		Generación de gases de efecto invernadero (huella de carbono)	3		
10.6		Condiciones para la reproducción de animales dañinos	1		
10.7		Sumar las casillas 10.1C, 10.2C, 10.3C, 10.4C y 10.5C y 10.6 y dividir el total entre 30. El resultado anotarlo en la casilla 10.7D		0.3	3
11	100	SUMAR LOS VALORES DE LA COLUMNA E Y ANOTAR EL RESULTADO EN LA CASILLA 11E			73,5

Ilustración 10. Matriz de decisión de sistema de tratamiento de aguas residuales sin pre tratamiento

	A	B	C	D	E
#	%	PROCESO EVALUADO: Tanque séptico sin Pre tratamiento RUBROS EVALUADOS	CALIFICACION 0= no aplica 1= deficiente 3=adecuado 5=muy bueno	C/5 (excepto en renglones 7.3, 8.5, 9.6 y 10.7)	D*A
1	5	APLICABILIDAD DEL PROCESO	1	0.2	1
2	5	GENERACIÓN DE RESIDUOS	3	0.6	3
3	10	ACEPTACIÓN POR PARTE DE LA COMUNIDAD	1	0.2	2
4	0	GENERACION DE SUBPRODUCTOS CON VALOR ECONÓMICO O DE REUSO	1	0.2	0
5	5	VIDA UTIL	5	1	5
6	5	REQUERIMIENTO DE AREA	5	1	5
7	15	COSTO			
7.1		Inversión	1		
7.2		Operación y mantenimiento	3		
7.3		Sumar las casillas 7.1 y 7.2 y dividir el total entre 10. El resultado anotarlo en la casilla 7.3 D		0.4	6
8	10	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN			
8.1		Criterios de diseño	5		
8.2		Experiencia del contratista	5		
8.3		Tecnología ampliamente probada	3		
8.4		Complejidad en la construcción y equipamiento	3		
8.5		Sumar las casillas 8.1C, 8.2C, 8.3C y 8.4C y dividir el total entre 20. El resultado anotarlo en la casilla 8.5D		0.8	8
9	10	OPERACION			
9.1		Flexibilidad de operación	3		
9.2		Confiabilidad del proceso	1		
9.3		Complejidad de operación del proceso	3		
9.4		Requerimiento del personal	5		
9.5		Disponibilidad de repuestos y centros de servicio	3		
9.6		Sumar las casillas 9.1C, 9.2C, 9.3C, 9.4C y 9.5C y dividir el total entre 25. El resultado anotarlo en la casilla 9.6D		0.6	6
10	5	ENTORNO			
10.1		Influencia de la temperatura	3		
10.2		Producción de ruido	0		
10.3		Contaminación visual	0		
10.4		Producción de malos olores	1		
10.5		Generación de gases de efecto invernadero (huella de carbono)	3		
10.6		Condiciones para la reproducción de animales dañinos	1		
10.7		Sumar las casillas 10.1C, 10.2C, 10.3C, 10.4C y 10.5C y 10.6 y 10.7 y dividir el total entre 30. El resultado anotarlo en la casilla 10.7D		0.2	1
11	70	SUMAR LOS VALORES DE LA COLUMNA E Y ANOTAR EL RESULTADO EN LA CASILLA 11E			37

Fuente: Elaboración propia.

**Se destaca la aceptación por parte de la comunidad**, debido a que este rubro es el que da el aval para la construcción de la planta de tratamiento. Ya que este tipo de obra debe ser aceptada por la comunidad a la que se le brindara el servicio y a las comunidades cercanas. La estrategia de comunicación del proyecto desde etapas tempranas es fundamental para tener éxito en este aspecto.

**Costo de operación y mantenimiento** Este rubro es importante porque con él se pudo evidenciar el estado actual de los recursos económicos que enfrentan el distrito de Tumaco y por ende recaer en sus veredas como lo es candelilla, con frecuencia los recortes en presupuestos se

dan en estos aspectos, particularmente en el caso de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Este rubro tuvo una puntuación favorable porque el manejo operativo no implica personal a cargo de la planta.

Para la realización de los sistemas de tratamiento de aguas residual de pozos sépticos Debe ser incluso un criterio de decisión más importante que el costo de la inversión inicial, porque en el corto plazo un sistema de operación costosa, por arriba de la capacidad de construcción de la comunidad, será rechazado.

Los criterios de selección para el tratamiento adecuado no solo implica el cumplimiento de la normatividad actual, sino también las características del agua residual, la calidad requerida del vertimiento, la disponibilidad de área, los costos de construcción y de operación del sistema de tratamiento, la confiabilidad del sistema de tratamiento y la facilidad del proceso para cumplir con requerimientos futuros más exigentes.

Se analiza la sostenibilidad un sistema cuando a lo largo de su vida proyectada suministra los requerimientos deseado de servicio, con criterios de calidad y eficiencia económica y ambiental con la realización del sistema de pozos sépticos. La sostenibilidad de esta alternativa es 70%, debido a que la propuesta no genera mayores residuos lo que evita otros procesos de tratamientos.

De este modo, se seleccionó el uso de tecnologías en sitio mediante los sistemas de tanques sépticos con pretratamiento de trampas de grasa y pos-tratamiento de filtro anaerobio de flujo ascendente, cajillas de inspección y vertimiento en humedales, porque este sistema se ajusta a las características del sitio, espacios en zonas rurales y de comunidad dispersa. Las personas se comprometen a tener un sistema de vida de mayor actividad por su comunidad porque se plantean aspectos como tener que hacer campañas para que les brinde los sistemas de los tanques sépticos adquiriendo el compromiso de una vida más sana y de mayor higiene. Este tipo de actividades

participativas lo que generan en las personas es que se conecten más a través de la exposición de sus deseos y estrategias para lograrlos.

#### **4.3. Tecnología de saneamiento en la vereda Candelilla en el municipio de San Andrés de Tumaco.**

Con el desarrollo de los objetivos anteriores, fue posible determinar por una parte las diversas tecnologías existentes para el tratamiento de aguas residuales en comunidades rurales, y por otra parte se identificaron las percepciones de las autoridades frente al cumplimiento de las políticas nacionales sobre el saneamiento básico y el uso de tecnologías para el mismo, y con la comunidad de la vereda Candelillas se quiso evidenciar las problemáticas que tienen frente al tema.

De este modo, fue posible observar que según las investigaciones dirigidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial (2010) y la Organización Panamericana de la Salud (2010) existen diversos tipos de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo, ambos coinciden que el tanque séptico es la tecnología que más se adapta a las zonas rurales donde las casas son dispersas y no se tienen acceso a una red de alcantarillado, por lo que es necesario un sistema de pos y pre tratamiento. Porque “este se usa sobre todo en zonas rurales donde no hay sistemas de alcantarillado” (Organización Panamericana de la Salud, 2010, p.150).

## Pre-tratamiento, tratamiento y pos-tratamiento.

### Pre-tratamiento:

- ✓ Trampa de grasas

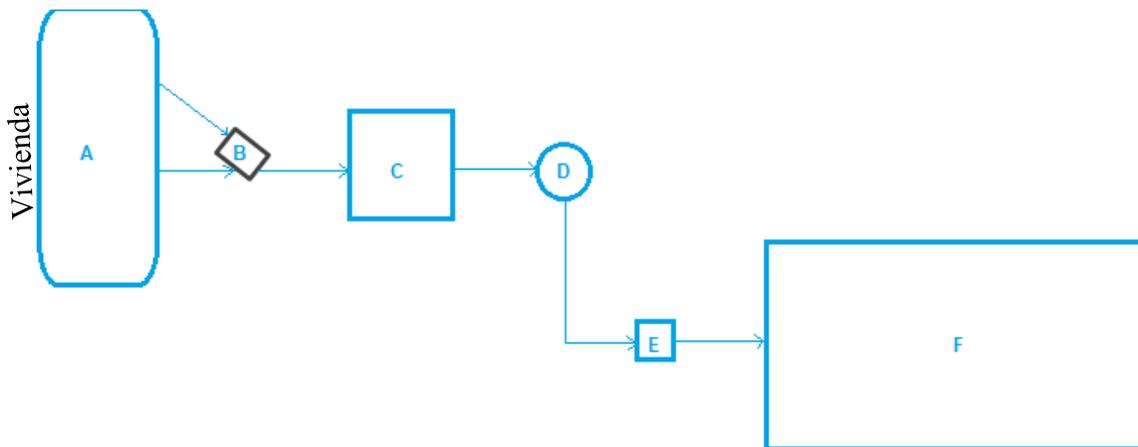
### Tratamiento

- ✓ Tanque séptico de doble cámara

### Pos-tratamiento

- ✓ Filtro anaerobio de flujo ascendente
- ✓ Cajilla de inspección
- ✓ Descarga del vertimiento (Humedal)

Figura. 8 Esquema de un sistema de tanque séptico.



Fuente: elaboración propia

- A. Vivienda
- B. Trampa de grasas
- C. Tanque séptico de doble cámara
- D. Filtro anaerobio de flujo ascendente
- E. Cajilla de inspección
- F. Descarga de vertimiento (Humedal)

A continuación, se presenta algunas especificaciones técnicas y recomendaciones que se deben tener en cuenta para la construcción de un pozo séptico en zonas que se encuentran sobre el nivel del mar.

El fondo del pozo séptico debe tener una pendiente del 2% orientada hacia el ingreso.

- Se debe contar con la suficiente área para garantizar una buena infiltración de aguas residuales.
- El pozo séptico debe estar mínimo a 2 m de distancia de las viviendas.
- Se sugiere que el pozo séptico se construya en concreto simple o reforzado. También es posible hacerlo utilizando ladrillo tolete.
- La ubicación del pozo séptico debe estar aguas abajo de cualquier fuente de agua, esto para evitar consecuente contaminación producto de la infiltración de las aguas residuales.
- Su construcción debe evitarse en áreas pantanosas o en terrenos inundables.
- El volumen mínimo de un pozo séptico es de 3 metros cúbicos
- Si las condiciones del suelo son desfavorables o si el tanque es de gran tamaño, se debe reforzar el fondo del pozo séptico.
- Las paredes del pozo séptico, en ladrillo o bloques de concreto, deberán impermeabilizarse con mortero en su interior.
- El dispositivo de entrada debe ser construido con tubos PVC o gres, estar 0,30 m por debajo del nivel de espumas o natas en el pozo séptico, la tubería de entrada debe tener un diámetro mínimo de 100 mm, la pendiente de las tuberías al acercarse al tanque debe ser inferior al 1,5%.
- El dispositivo de salida puede ser también uno o varios tubos de PVC o gres, con un diámetro mínimo de 100 mm, profundidad mínima de 0,40 m, una distancia mínima de 0,10 m entre la superficie inferior de espumas y la parte inferior del dispositivo de salida.

En el caso de las comunidades estas presentaron en sus resultados algunas respuestas que demuestran la compleja situación por la que están pasando al no tener de manera fija una red de alcantarillado donde las personas puedan unirse. Por lo que la sugerencia de usar esta tecnología se basa en el análisis de actores de espacio y disponibilidad de recursos.

Consideraciones que se tuvieron en cuenta para la selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales.

La diversidad de las aguas residuales, la variación del caudal, el tipo y concentración de los contaminantes en las aguas residuales domésticas se ve atenuada en las ciudades por la incorporación del agua proveniente de la actividad comercial e industrial comprendida en el área urbana, así como agua de lluvia en el caso de sistemas de drenaje combinados. En este sentido, las aguas residuales de origen municipal como es el caso de candelillas son más homogéneas, dentro de ciertos límites, en su composición y es por ello que son aguas residuales relativamente fáciles de tratar. Ello permite efectuar diseños confiables de plantas de tratamiento que, en algunos casos sin hacer una caracterización exhaustiva del agua generada, basta con saber el número de pobladores, su suministro de agua y la proyección de crecimiento.

### **Selección de tecnologías para sistema de tratamiento de aguas residuales Municipales**

Para el caso de la población de candelillas con alta población flotante hay que tomar en cuenta el aporte de agua residual que ello genera al caudal promedio determinado.

La Tabla 6 presenta los principales parámetros utilizados en la caracterización del agua residual, asociados con el contaminante que miden y los efectos o impactos derivados de una eventual descarga a un cuerpo receptor o a la salud humana.

Tabla 7. Principales grupos de contaminantes del agua y sus efectos.

<b>Análisis principal</b>	<b>Contaminante considerado</b>	<b>Efecto</b>
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Materia orgánica biodegradable	Abatimiento del oxígeno disuelto en cuerpo receptor Crecimiento de microorganismos
Demanda química de oxígeno (DQO) o Carbón orgánico total (COT)	Materia orgánica total	Mismos que DBO. Acumulación en cuerpo receptor. Riesgos de toxicidad
Sólidos suspendidos totales (SST) Volátiles (SSV) y fijos (SSF)	Materia en suspensión sedimentable y no sedimentable (coloidal).	Sedimentación y azolvamientos en cuerpos receptores. Digestión y liberación de materia orgánica e inorgánica
Nitrógeno total Kjeldhal (NTK), nitratos y nitritos (NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> ), fósforo total (Pt), ortofosfatos (PO <sub>3</sub> - 4 )	Nitrógeno y fósforo	Nutrientes que provocan eutrofización en cuerpos de agua. Contaminación de acuíferos.
Grasas y aceites	Grasas y aceites	Acumulación en drenajes y cuerpos de agua. Reducen la transferencia de oxígeno a los cuerpos de agua. Flotación de lodos. Contaminación visual.
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Sales inorgánicas	Restringen el uso de agua tratada
Coliformes fecales y huevos de helmintos	Patógenos y parásitos	Transmisión de enfermedades gastrointestinales.

Fuente: Guía de apoyo selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales municipales

Además de esto, según las autoridades de Corponariño junto con la alcaldía consideran que la situación de la prestación del servicio de alcantarillado es desfavorable en la vereda de Candelilla, por lo que consideran que el sistema de tratamiento de pozo séptico con pre tratamiento con trampa de grasas y un pos tratamiento mediante filtro anaerobio de flujo ascendente, cajilla de inspección y descarga de vertimiento en humedal, es la mejor opción a la hora de pensar en tratar y reutilizar el agua por parte de las comunidades, ya que las casas de las personas están en dispersión y además

el acceso es restringido, esto con el fin de brindar soluciones claras y efectivas para las poblaciones afectadas.

### Ficha de manejo y mantenimiento de sistema de tratamiento

En un sistema de tratamiento de aguas residuales domiciliarias de pozo séptico con pre y pos tratamiento este separa y procesa los residuos; los sólidos pesados que se sedimentan en el fondo, formando una capa de lodo. Las grasas, aceites y sólidos más ligeros pueden flotar a la superficie, creando una capa denominada nata. El área intermedia corresponde al agua, la cual puede fluir hasta la salida del sistema de drenaje”. (Ecocentury, 2017).

<b>FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>									
Ciudad; _____									
Fecha	D	M	A						
Tipo de Sistema									
Volumen de pozo séptico									
Tipo de filtro anaerobio									
	<b>Actividades Realizadas</b>				<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>
<b>1</b>	Inspección visual								
<b>2</b>	Limpieza de basura y maleza								
<b>3</b>	Limpieza de rejas								
<b>4</b>	Verificación de volumen de lodos								
<b>5</b>	Limpieza tanque séptico								
<b>6</b>	Verificación de natas sobrenadante								
<b>Otras actividades;</b>									
<b>Verificación de PH</b>									
<b>Observaciones;</b>									
<b>Responsables</b>									
_____					_____				
<b>Nombre</b>					<b>Firma</b>				

Fuente; Elaboración propia

## Conclusiones

Con el desarrollo de la investigación fue posible identificar opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales entre las que se encuentran las letrinas, los pozos sépticos, las trampas de agua, entre otras. Se logró identificar además cuales son los criterios que se deben tener en cuenta según las autoridades y la población para la aplicación de una tecnología de reutilización de agua, como lo son tener en cuenta que es zona rural y que existe una amplia dispersión entre las casas. Además, se aplicó un taller participativo a través de la exposición de compromisos de las personas con la aplicación de pozos sépticos como una de las formas de solucionar el problema del alcantarillado.

En cumplimiento del objetivo específico número uno, que es identificar opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales y fue necesario contar con el acompañamiento de la comunidad en el momento de buscar soluciones relacionadas con el saneamiento, por otro lado, al realizar un cruce de saberes entre la academia y el saber empírico de los moradores de las zonas donde se realizó la investigación, se pudo testificar que se requería de manera urgente un sistema de tratamiento de aguas servidas eficiente y responsable de manera inmediata.

Finalmente, basado en la Selección de tecnología de saneamiento en la vereda candelilla en el municipio de San Andrés de Tumaco, se logró identificar que la tecnología de saneamiento que más se adapta a la vereda Candelillas es el sistema de los tanques sépticos que incluye un pre tratamiento en trampa de grasas y un pos tratamiento mediante filtro anaerobio de flujo ascendente, cajilla de inspección y descarga de vertimiento en humedal, ya que este sistema es ideal para zonas rurales y se le puede realizar el mantenimiento sin asumir ningún tipo de costo.

## Recomendaciones

- Es necesario realizar un estudio más detallado, teniendo en cuenta al 100% de los hogares.
- Realizar charlas frecuentemente con relación al mantenimiento de las tecnologías que ya se encuentran en la zona, esto con el fin de extender la vida útil y sacar el mayor provecho de las mismas.
- Se debe tener mucho cuidado e higiene con el pozo séptico ya que este es fundamental en el sistema de tratamiento del agua residual que genera cada hogar en la comunidad.
- Extender los tanques sépticos con pre tratamiento en trampa de grasas y un pos tratamiento mediante filtro anaerobio de flujo ascendente, cajilla de inspección y descarga de vertimiento en humedal
- El pre y pos-tratamiento a otras comunidades de igual condición, como tecnologías de solución rápida en procesos de saneamiento básico.
- Se debe utilizar el agua de manera conservadora para no saturar el sistema de pozo séptico con pre tratamiento en trampa de grasas y un pos tratamiento mediante filtro anaerobio de flujo ascendente, cajilla de inspección y descarga de vertimiento en humedal
- Se debe evitar tener compuestos como acetona, aceites, alcohol o líquidos en seco del tanque séptico, pues no se descomponen fácilmente.
- Cuando se haga la limpieza no se debe extraer la totalidad de los lodos, dejar un volumen que sirva de semilla.
- No se debe lavar ni desinfectar el tanque después de la extracción de lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias.
- químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no se recomienda su empleo.

- Las trampas de grasas deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades de gas y la generación de malos olores
- Realizar una remoción periódica de lodos por el personal capacitado y adecuado
- Antes del mantenimiento la cubierta debe mantenerse abierta durante 15 min, para la remoción de gases
- Debe realizarse una inspección semestral de la cantidad de lodos contenido en el tanque
- Realizar inspecciones periódicas en el efluente (flujo de salida) del filtro, si se evidencia alta turbulencia, se recomienda hacer un lavado superficial

## Referencias

- ACODAL. (2017). *70% De las aguas servidas en el País no son tratadas y generan contaminación: ACODAL*. Recuperado de <http://www.acodal.org.co/70-de-las-aguas-servidas-en-el-pais-no-son-tratadas-y-generan-contaminacion-acodal/>
- Aponte, A., Toro, A., y Garcia , M. (2018). *hacia un cambio de enfoque en el saneamiento rural individual*. Recuperado de [file:///C:/Users/UNAD%20MEN%201402/Downloads/4.%20Saneamiento%20Rural\\_Individual.pdf](file:///C:/Users/UNAD%20MEN%201402/Downloads/4.%20Saneamiento%20Rural_Individual.pdf)
- Araujo, H., y Granja, J. (2013). *Situación actual del servicio de agua y saneamiento básico y su incidencia en la situación social y económica del sector de los puentes comuna 3 del municipio de san Andrés de Tumaco, periodo 2012*. Nariño, Colombia: Universidad De Nariño.
- Corte Constitucional. (1991). *Constitución Política*. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991\\_pr002.html#79](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991_pr002.html#79)
- Díaz-Cuenca, E., Alavarado-Granados, A., y Camacho-Calzada, K. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 14( 1),78-97. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401/40123894005>

Embajada de Suiza en Colombia - Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE). (2018).

*Planificación participativa de opciones sostenibles para el suministro de agua potable y optimización del saneamiento individual rural.* Cali, Colombia.

García Vargas, M., y Benavides Barco, A. (2017). *Planificación Participativa.*

García, G., y López, R. (s.f.). *Agua residual. Composición.* Recuperado de

[http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Agua\\_Residual\\_es\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Agua_Residual_es_composicion.pdf)

Gil, M. A. (2009). *Saneamiento ambiental rural y urbano.* Recuperado de

[http://www.esap.edu.co/portal/download/módulos\\_pregrado/tecnolog%C3%ADa\\_en\\_gesti%C3%B3n\\_p%C3%BAblica\\_ambiental/semestre\\_vi/3\\_saneamiento\\_ambiental\\_rural\\_y\\_urbano.pdf](http://www.esap.edu.co/portal/download/módulos_pregrado/tecnolog%C3%ADa_en_gesti%C3%B3n_p%C3%BAblica_ambiental/semestre_vi/3_saneamiento_ambiental_rural_y_urbano.pdf)

Gutiérrez, N. (2005). *Foro proyecto de ley de agua.* Recuperado de:

[http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/memorias\\_ley%20del%20agua%20foro\\_congreso%20de%20la%20rep%C3%ABlica\\_marzo\\_2005.pdf](http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/memorias_ley%20del%20agua%20foro_congreso%20de%20la%20rep%C3%ABlica_marzo_2005.pdf)

Huffington, R. (2014). *Dimensiones aspectos técnicos campos de infiltración.* Recuperado de

<https://fontur.com.co/showfile/0/9317>

Lanpoglia, T., Agüero, R., y Barrios, C. (2008). *Organización panamericana de salud.*

*Orientaciones sobre agua y saneamiento.* Recuperado de

[http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d21/019\\_SER\\_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d21/019_SER_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf)

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. (2010). *Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural*. Recuperado de [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811\\_titulo\\_j\\_ras%20\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811_titulo_j_ras%20_.pdf)
- Ministerio de Salud. (2015). *ABECÉ del agua y saneamiento básico*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/abc-agua.pdf>
- Molinos, M., Sala, R., y Herenandez, F. (2018). *Marco jurídico del saneamiento y tratamiento de aguas residuales: evolución en el derecho comunitario, estatal y autonómico*. Recuperado de [https://huespedes.cica.es/gimadus/23/05\\_marco\\_juridico\\_del\\_saneamiento.html](https://huespedes.cica.es/gimadus/23/05_marco_juridico_del_saneamiento.html)
- Naciones Unidas. (2015). *Desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Recuperado de [https://www.cepal.org/rio20/noticias/paginas/6/43766/2013-272Rev.1\\_Desarrollo\\_sostenible\\_en\\_America\\_Latina\\_y\\_el\\_Caribe\\_WEB.pdf](https://www.cepal.org/rio20/noticias/paginas/6/43766/2013-272Rev.1_Desarrollo_sostenible_en_America_Latina_y_el_Caribe_WEB.pdf)
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe*.
- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Guía para acciones a nivel local sobre saneamiento rural y salud*. Recuperado de <http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo6.pdf>
- Presidencia de la Republica. (1984). *Decreto 1594 de 1984*. Recuperado de [http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Dec\\_1594\\_1984.pdf/aacbcd5d-fed8-4273-9db7-221d291b657f](http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Dec_1594_1984.pdf/aacbcd5d-fed8-4273-9db7-221d291b657f)

Rosales, E. (2003). Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. *Tecnología en Marcha*,. 18(2).

Save the children. (2017). *Estudiantes de Candelillas, Nariño, aprenden de hábitos de salud*

SSPD, S. D. (2018). Estudio Sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2014-2017. Bogotá: Informe sectorial.

Valencia, A. López, A. Cañón, A. *Guía rápida. Consideraciones técnicas para el manejo de aguas residuales domesticas en sitio de origen*

Vanegas, A. (2018). *Solamente 48,2% de los municipios cuentan con plantas de tratamiento de aguas Residuales*

## Anexos

### Anexo 1. Entrevista.

---

#### Propuesta metodológica y participativa de selección de tecnología de saneamiento para la vereda Candelillas del distrito de Tumaco



Universidad Nacional Abierta y a Distancia

---

#### Entrevista a autoridades

---

**Objetivo de la investigación:** Elaborar una propuesta metodológica de evaluación y selección de tecnología en saneamiento en la vereda Candelillas del distrito de Tumaco con enfoque participativo.

- 
1. ¿Cómo considera que se ha venido dando el desempeño de las políticas nacionales del recurso hídrico desde el saneamiento básico para la población de la vereda Candelillas?

---

  2. ¿Cuáles cree que son las soluciones que se deben aplicar para mejorar el saneamiento de agua?

---

  3. ¿Considera que es viables la aplicación de nuevas tecnologías en el saneamiento de aguas residuales?

---

  4. ¿Cuáles serían los resultados de la aplicación de estas?

---

## Anexo 2. Encuesta.

### Propuesta metodológica y participativa de selección de tecnología de saneamiento para la vereda Candelillas del distrito de Tumaco



#### Universidad Nacional Abierta y a Distancia

#### Encuesta a comunidad

**Objetivo de la investigación:** Elaborar una propuesta metodológica de evaluación y selección de tecnología en saneamiento en la vereda Candelillas del distrito de Tumaco con enfoque participativo.

**Municipio:**

**Encuestador:**

**Encuestado:**

1. ¿Con qué grupo étnico se identifica?

2. ¿estrato?

3. ¿tiene SISBEN? SI\_ NO\_

4. ¿Grupo etario y nivel de escolaridad?

poblacion que habita en la vivienda # personas			
Grupo etario	Hombre	Mujer	Total
0<5			
5<12			
12<18			
18<45	2	4	
Mayor a 45	1	1	
Total de personas que habitan en el hogar			8

5. ¿cómo se abastecen de agua su vivienda?

- Red de acueductos
- Pozo propio
- Pozo comunitario
- Agua lluvia
- Otro

6. ¿Para qué utiliza el agua más de una vez?

- Consumo humano
- Aseo de la vivienda
- Agricultura

- 
- d. Aseo personal
  - e. Otro
- 

7. ¿Existe red de alcantarillado? SI\_ NO\_

---

8. ¿Qué destino tienen las aguas servidas o residuales en su hogar?
- a. Pozo séptico
  - b. Letrina
  - c. Fuente de agua
  - d. Campo abierto
- 

9. ¿Su vivienda está conectada a la red de alcantarillado? SI\_ NO\_

---

10. Si tiene pozo séptico o letrina, ¿de qué material es?
- a. Concreto
  - b. Mampostería
  - c. Plástico
- 

11. ¿Le hace mantenimiento a su pozo o letrina?
- a. Nunca
  - b. Con frecuencia
  - c. No sabe/no responde
- 

12. La vivienda en la que habita es
- a. Propia
  - b. Arriendo
  - c. Familiar
-

### Anexo 3. Formato de encuesta

**FECHA:**

**NOMBRE DEL ENCUESTADO:**

1. ¿A cual grupo étnico pertenecen?

---

- A) Afrocolombiano.
- B) Raizal.
- C) Otros.

2. ¿Como se abastecen de agua?

---

- A) Red de Acueducto.
- B) Pozo Propio.
- C) Pozo Comunitario.
- D) Agua lluvia.
- E) Otros.

3. ¿Para que usan las personas el agua?

---

- A) Consumo humano
- B) Aseo de vivienda
- C) Aseo personales
- D) Agricultura
- E) Otros.

4. ¿Está conforme con el servicio prestado de saneamiento?

---

- A) Si.
- B) No
- C) No sabe o desconoce el término.

5. ¿Cuál es el uso que tienen las aguas residuales de los hogares? A). Pozo séptico

---

- B) Letrina
- C) Fuente de agua
- D) Campo abierto.

6. ¿Realizan el mantenimiento a sus pozos o letrinas?

---

- A) Si.
- B) No.

**RESUMEN ANALITICO EDUCATIVO  
RAE**

<b>Título del texto</b>	<b>PROPUESTA METODOLOGICA Y PARTICIPATIVA DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL INTEGRAL PARA LA VEREDA CANDELILLAS DEL DISTRITO DE TUMACO</b>
<b>Nombres y Apellidos del Autor</b>	<b>LANDYS ELIAS LANDAZURY RUIZ</b>
<b>Año de la publicación</b>	<b>2020</b>
<b>Resumen del texto:</b>	
<p>En el presente proyecto aplicado se da a conocer la problemática de salubridad y ambiental generada por la falta de un sistema de alcantarillado en la vereda candelillas, en base a esto se realizó una investigación mediante referencias bibliográficas, en la cual se pudo identificar nuevas tecnologías de tratamiento de aguas residuales domesticas como también evaluar criterios de selección de estas tecnologías, consigo al desarrollo de esta investigación se realizó la propuesta meteorológica y participativa de selección de un sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante pozo séptico con pre y pos-tratamiento</p>	
<b>Palabras Claves</b>	Aguas residuales, Sistema de tratamiento, trampa de grasas, Pozo séptico, Saneamiento básico,
<b>Problema que aborda el texto:</b>	
Falta de un sistema de alcantarillado en la vereda candelillas del municipio San Andrés de Tumaco	
<b>Objetivos del texto:</b>	
Elaborar una propuesta metodológica de evaluación y selección de tecnología en saneamiento en la vereda Candelillas del distrito de Tumaco con enfoque participativo	
<b>Hipótesis planteada por el autor:</b>	
Con la implementación de la tecnología de un sistema de tratamiento de aguas residuales doméstica, que tenga un pre y pos-tratamiento, se minimizará el problema de salubridad y el impacto ambiental negativo que genera el inadecuado vertimiento de las aguas residuales	
<b>Tesis principal del autor:</b>	
Con el desarrollo de una propuesta metodológica con un enfoque participativo, se deja sobre la mesa el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas con pre y pos-tratamiento adecuado para implementar en la vereda candelillas, el cual menorizar la problemática en la salud de la comunidad como también los impactos que genera el inadecuado vertimiento de las aguas residuales domesticas	

**Argumentos expuestos por el autor:**

En Colombia se han desarrollado políticas sectoriales dirigidas al manejo de saneamiento básico, sin embargo, se puede evidenciar que presentan falencias e inconvenientes en su implementación o aplicación, debido a factores sociales, económicos, políticos y técnicos, entre otros, propios de cada contexto geográfico, situación que no es ajena la vereda candelillas de San Andrés de Tumaco. Consecuente y como resultado de esta problemática es la falta de un sistema de alcantarillado en la vereda. Por esta razón se realiza la propuesta metodológicas de manera participativa para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante pozo séptico con pre y pos-tratamiento

**Conclusiones del texto:**

Con problemática presente de la falta de un sistema de alcantarillado en la vereda candelillas con desarrollo de la investigación fue posible identificar opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales. Además, se visualizan los criterios que se deben tener en cuenta según las autoridades y la población para la aplicación de una tecnología adecuada para el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas

Finalmente, basado en la Selección de tecnología de saneamiento en la vereda candelilla en el municipio de San Andrés de Tumaco, se logró evaluar la tecnología de saneamiento que más se adapta a la vereda Candelillas el cual es sistema de los tanques sépticos que incluye un pre tratamiento en trampa de grasas y un pos tratamiento mediante filtro anaerobio de flujo ascendente, cajilla de inspección y descarga de vertimiento en humedal, ya que este sistema es ideal para zonas rurales y se le puede realizar el mantenimiento sin asumir ningún tipo de costo

**Bibliografía citada por el autor:**

ACODAL. (2017). *70% De las aguas servidas en el País no son tratadas y generan contaminación: ACODAL*. Recuperado de <http://www.acodal.org.co/70-de-las-aguas-servidas-en-el-pais-no-son-tratadas-y-generan-contaminacion-acodal/>

Aponte, A., Toro, A., y Garcia , M. (2018). *hacia un cambio de enfoque en el saneamiento rural individual*. Recuperado de [file:///C:/Users/UNAD%20MEN%201402/Downloads/4.%20Saneamiento%20Rural\\_Individual.pdf](file:///C:/Users/UNAD%20MEN%201402/Downloads/4.%20Saneamiento%20Rural_Individual.pdf)

Araujo, H., y Granja, J. (2013). *Situación actual del servicio de agua y saneamiento básico y su incidencia en la situación social y económica del sector de los puentes comuna 3 del municipio de san Andrés de Tumaco, periodo 2012*. Nariño, Colombia: Universidad De Nariño.

Corte Constitucional. (1991). *Constitución Política*. Recuperado de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991\\_pr002.html#79](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991_pr002.html#79)

Díaz-Cuenca, E., Alvarado-Granados, A., y Camacho-Calzada, K. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Quivira. Revista de Estudios Territoriales*, 14(1), 78-97. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401/40123894005>

Embajada de Suiza en Colombia - Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE). (2018). *Planificación participativa de opciones sostenibles para el suministro de agua potable y optimización del saneamiento individual rural*. Cali, Colombia.

García Vargas, M., y Benavides Barco, A. (2017). *Planificación Participativa*

García, G., y López, R. (s.f.). *Aguas residuales. Composición*. Recuperado de [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)

- Gil, M. A. (2009). *Saneamiento ambiental rural y urbano*. Recuperado de [http://www.esap.edu.co/portal/download/módulos\\_pregrado/tecnolog%C3%ADa\\_en\\_gestión\\_pública\\_ambiental/semestre\\_vi/3\\_saneamiento\\_ambiental\\_rural\\_y\\_urbano.pdf](http://www.esap.edu.co/portal/download/módulos_pregrado/tecnolog%C3%ADa_en_gestión_pública_ambiental/semestre_vi/3_saneamiento_ambiental_rural_y_urbano.pdf)
- Gutiérrez, N. (2005). *Foro proyecto de ley de aguas*. Recuperado de: [http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/memorias\\_ley%20del%20agua%20foro\\_congreso%20de%20la%20rep%C3%BAblica\\_marzo\\_2005.pdf](http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/memorias_ley%20del%20agua%20foro_congreso%20de%20la%20rep%C3%BAblica_marzo_2005.pdf)
- Huffington, R. (2014). *Dimensiones aspectos técnicos campos de infiltración*. Recuperado de <https://fontur.com.co/showfile/0/9317>
- Lanpoglia, T., Agüero, R., y Barrios, C. (2008). *Organización panamericana de salud Orientaciones sobre agua y saneamiento*. Recuperado de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d21/019\\_SER\\_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d21/019_SER_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. (2010). *Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural*. Recuperado de [http://www.mimvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811\\_titulo\\_i\\_rae%20.pdf](http://www.mimvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811_titulo_i_rae%20.pdf)
- Ministerio de Salud. (2015). *ABECÉ del agua y saneamiento básico*. Recuperado de <https://www.minsahud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/abc-agua.pdf>

- Molinos, M., Sala, R., y Herenandez, F. (2018). *Marco jurídico del saneamiento y tratamiento de aguas residuales: evolución en el derecho comunitario, estatal y autonómico*. Recuperado de [https://huespedes.cica.es/gimachus/23/05\\_marco\\_juridico\\_del\\_saneamiento.html](https://huespedes.cica.es/gimachus/23/05_marco_juridico_del_saneamiento.html)
- Naciones Unidas. (2015). *Desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Recuperado de [https://www.cepal.org/rio20/noticias/paginas/6/43766/2013-272Rev.1\\_Desarrollo\\_sostenible\\_en\\_America\\_Latina\\_y\\_el\\_Caribe\\_WEB.pdf](https://www.cepal.org/rio20/noticias/paginas/6/43766/2013-272Rev.1_Desarrollo_sostenible_en_America_Latina_y_el_Caribe_WEB.pdf)
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe*.
- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Guía para acciones a nivel local sobre saneamiento rural y salud*. Recuperado de <http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo6.pdf>
- Presidencia de la Republica. (1984). *Decreto 1594 de 1984*. Recuperado de [http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Dec\\_1594\\_1984.pdf/aacbed5d-fed8-4273-9db7-221d291b657f](http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Dec_1594_1984.pdf/aacbed5d-fed8-4273-9db7-221d291b657f)
- Rosales, E. (2003). Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. *Tecnología en Marcha*. 18(2).
- Save the children. (2017). *Estudiantes de Candelillas, Nariño, aprenden de hábitos de salud*
- SSPD, S. D. (2018). Estudio Sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2014-2017. Bogotá: Informe sectorial.

Valencia, A. López, A. Cañón, A. Guía rápida. Consideraciones técnicas para el manejo

de aguas residuales domesticas en sitio de origen

Vanegas, A. (2018). Solamente 48,2% de los municipios cuentan con plantas de tratamiento de aguas Residuales

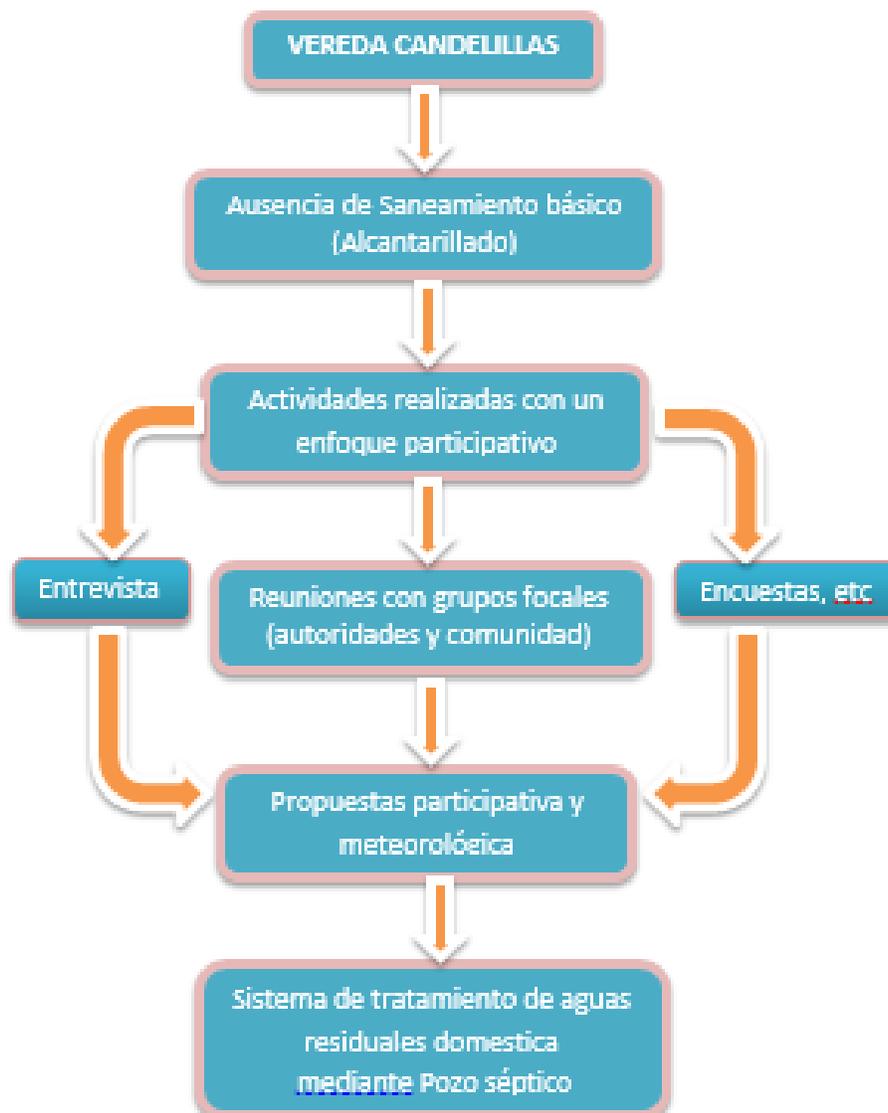
Nombre y apellidos de quien elaboró este RAE

LANDYS ELIAS LANDAZURY RUIZ

Fecha en que se elaboró este RAE

06 de octubre de 2020

Imagen (mapa conceptual) que resume e interconecta los principales conceptos encontrados en el texto:



**Comentarios finales:**

Este trabajo aplicado se realizó de una manera descriptiva y mediante revisiones bibliográficas, con el fin de identificar, evaluar y proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales doméstica que sea adecuado a esta comunidad para mejorar las condiciones de vida de los pobladores, como también mitigar la problemática ambiental que la inadecuada disposición de las aguas residuales generan.