



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 29 de abril del 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad de Neiva

El (Los) suscrito(s):

KELLY JOHANA CARDENAS SANCHEZ, con C.C. No. 1079509003,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

Titulado: Mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.

\_\_\_\_\_ presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de

INGENIERA AGRICOLA;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Kelly Johana Cardenas S.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_



**DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 3</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE BATERÍAS SANITARIAS EN EL SECTOR RURAL DEL MUNICIPIO DE PAICOL DEPARTAMENTO DEL HUILA.

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CÁRDENAS SANCHEZ	KELLY JOHANA

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
ERAZO ESPINOSA	WILSON JAVIER

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CEDEÑO ROJAS	SAMUEL

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERA AGRICOLA**

**FACULTAD: INGENIERIA**

**PROGRAMA O POSGRADO: AGRICOLA**

**CIUDAD: NEIVA**

**AÑO DE PRESENTACIÓN: 2019**

**NÚMERO DE PÁGINAS: 64**

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas X Fotografías X Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas X Música impresa\_\_\_ Planos X Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadros X

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>filtro anaeróbico</u>	<u>anaerobic filter</u>	6. <u>Tanque séptico</u>	<u>septic tank</u>
2. <u>Microorganismos</u>	<u>microorganisms</u>	7. <u>Campo de infiltración</u>	<u>infiltration field</u>
3. <u>Sanitario</u>	<u>sanitary</u>	8. _____	_____
4. <u>Sistema séptico</u>	<u>septic system</u>	9. _____	_____
5. <u>Trampa de grasa</u>	<u>grease trap</u>	10. _____	_____

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

En este proyecto se describe el proceso constructivo de baterías sanitarias en obras nuevas y en obras de mejoramiento, las cuales fueron otorgadas a través de subsidios de mejoramiento de vivienda para el área rural del municipio de Paicol, con el fin de mejorar las condiciones habitacionales de las familias rurales de escasos recursos económicos de este municipio. Los subsidios son otorgados por la administración municipal de Paicol y la sociedad AGUAS DEL HUILA S.A E.S.P. Cabe anotar que cuando se habla de construcción se refiere al hecho de que en el lugar no se poseía un espacio para la deposición de los desechos humanos, mientras que los mejoramientos se dan a estructuras arcaicas (inodoros de hoyo) con encerramientos improvisados. Por tal motivo, el proceso constructivo es igual para ambos casos.

Dentro de los resultados más importantes se puede observar el mejoramiento de la calidad del agua y cambio en las condiciones de vida de los beneficiarios, lo cual se evidencia en las pruebas técnicas de agua expuestas en el trabajo, y en los resultados de la encuesta de satisfacción aplicada a todos los beneficiarios del proyecto. Es importante destacar las recomendaciones realizadas para este tipo de instalación de baterías sanitarias que funcionan con pozo séptico, como lo es en este caso.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

This project describes the construction process of sanitary batteries in new works and improvement works, which were granted through housing improvement subsidies for the rural area of the municipality of Paicol, in order to improve the housing conditions of the rural families of scarce economic resources of this municipality. The subsidies are granted by the municipal administration of Paicol and the company AGUAS DEL HUILA S.A E.S.P. It should be noted that when talking about construction, it refers to the fact that there was no space in the place for the deposition of human waste, while the improvements are given to archaic structures (pit toilets) with improvised enclosures. For this reason, the construction process is the same for both cases.

Among the most important results can be seen the improvement of water quality and change in the living conditions of the beneficiaries, which is evidenced in the technical water tests exposed in the work, and in the results of the survey of satisfaction applied to all project beneficiaries.

It is important to highlight the recommendations made for this type of installation of sanitary batteries that work with septic tanks, as it is in this case.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: Wilson Javier Erazo Espinosa

Firma: Wilson J. Erazo E

Nombre Jurado: Mauricio Duarte Toro

Firma:

Nombre Jurado: MARTIN E. ORZUACH

Firma:

**MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE BATERIAS SANITARIAS EN  
EL SECTOR RURAL DEL MUNICIPIO DE PAICOL DEPARTAMENTO  
DEL HUILA**

**KELLY JOHANA CARDENAS SANCHEZ COD 20111100891**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA - HUILA  
2018**

**MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE BATERIAS SANITARIAS EN  
EL SECTOR RURAL DEL MUNICIPIO DE PAICOL DEPARTAMENTO  
DEL HUILA**

**KELLY JOHANA CARDENAS SANCHEZ COD 20111100891**

**Supervisor del Proyecto  
MSC. WILSON ERAZO  
ING SAMUEL CEDEÑO**

**Presentado a:  
COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA - HUILA  
2018**

## Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del Director**

---

**Firma del Evaluador**

---

**Firma del Evaluador**

## DEDICATORIAS

*A Dios*

*Doy gracias al Todo poderoso, por este objetivo alcanzado; sin Él nunca lo habría logrado. La Sabiduría e inteligencia de la cual me ha dotado permitiéndome aprovecharla, en busca del desarrollo social y un mejor futuro.*

*A mi Madre*

*Este gran logro que hoy se cumple, lo dedico a la mujer que me dio la vida por su enorme sacrificio y esmero que ha tenido para conmigo, acompañándome a lo largo de esta carrera de la Vida, de la cual se cumple una primera etapa;  
Gracias a su apoyo en todas las áreas de mi vida*

*A Mi hermano*

*Su calidez y apoyo incondicional ha sido vital para superar esta meta que un día me trace y hoy veo cumplir, gracias por la paciencia y comprensión*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al ingeniero Wilson Erazo por su dedicación, conocimiento aportado y soporte ilimitado en el desarrollo personal e investigativo de este proyecto de grado.

Al ingeniero Samuel Cedeño y al ingeniero Gustavo Chavarro, por sus valiosos aportes, contribuciones y consejos, así como su espíritu colaborador, claves para el desarrollo del proyecto.

Al señor Henry Duran Duran Alcalde municipal de Paicol, por la oportunidad que me brindo de compartir los conocimientos adquiridos con esta comunidad de la que orgullosamente soy oriunda.

Y por último y no menos importante a todos los profesores que en algún momento compartieron sus conocimientos conmigo y me enriquecieron como profesional y como persona.

## Tabla de contenido

Glosario .....	11
Introducción .....	13
1. Descripción del problema.....	14
2. Justificación .....	16
3. Objetivos.....	17
3.1. Objetivo general .....	17
3.2. Objetivos específicos.....	17
4. Marco teórico .....	18
4.1. Antecedentes de la batería sanitaria .....	18
4.2. Importancia de la batería sanitaria.....	18
4.3. Funcionamiento.....	19
4.4 Normatividad para el sector de agua potable y saneamiento básico .....	20
4.5. Enfermedades relacionadas con la ausencia de zonas de disposición de desechos humanos. ....	22
5. Metodología .....	23
5.1. Etapa I: Diagnostico, selección de beneficiarios y visitas domiciliarias .....	24
5.1.1. Diagnóstico. ....	24
5.1.2. Selección de beneficiarios. ....	27
5.1.3. Visitas domiciliarias.....	29
5.2. Etapa II: Seguimiento y control de obra .....	29
5.2.1. Actividades preliminares .....	29
5.2.2. Cimentación.....	31
5.2.3.Mampostería.....	32
5.2.4. Instalación de punto eléctrico.....	32
5.2.5. Estructura .....	33
5.2.6. Instalaciones hidráulicas .....	33
5.2.7. Pañete .....	34
5.2.8. Instalación sanitaria .....	34
5.2.9. Instalación de enchape .....	35
5.2.10. Instalación sistema de tratamiento .....	35
5.2.11. Programación y seguimiento de obra con Microsoft Project.....	36
5.3. Puesta en funcionamiento. ....	36
6. Presupuesto.....	37
7. Resultados.....	44
7.1. Resumen del seguimiento de la obra en Microsoft Project. ....	48

Conclusiones .....	49
Recomendaciones .....	51
Bibliografía.....	52
Anexos .....	54
Anexo A. Estado baterías sanitarias zona rural de Paicol, Huila.....	54
Anexo B. Formatos de encuestas realizadas a beneficiarios del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.....	55
Anexo C. Estudio de aguas septiembre de 2017 .....	57
Anexo D. Cálculos hidrosanitarios y estructurales.....	58
Anexo E. Planos de la construcción de baterías sanitarias área rural Paicol-Huila (archivo anexo) .....	58
Anexo F. Proceso de construcción baterías sanitarias terminadas área rural Paicol-Huila.....	58
Anexo G. Estudio de aguas marzo de 2018 para la zona rural del municipio de Paicol (ver archivo adjunto).....	64
Anexo H. Mapa de ubicación de las quebradas y los beneficiarios del proyecto (ver archivos pdf).....	64
Anexo I. Análisis de precios unitarios .....	64
Anexo J. Programación de la obra en Project.....	64
Anexo K. Formato de acta de entrega de materiales a los hogares beneficiados para el mejoramiento y/o construcción de baterías sanitarias en la zona rural del municipio de Paicol-Huila.....	64
Anexo L. variación de costos directos.....	64

## Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación general de las baterías sanitarias.....	19
Tabla 2. Normatividad es de estricto cumplimiento por parte de las entidades territoriales del orden Departamental, distrital y municipal. Fuente: (DNP, 2015).....	20
Tabla 3. Listado de beneficiarios proyecto saneamiento básico Paicol-Huila.....	28
Tabla 4. Presupuesto general de costos del proyecto de construcción de baterías sanitarias en el área rural dispersa de Paicol-Huila.....	38
Tabla 5. Presupuesto general de costos del proyecto de mejoramiento de baterías sanitarias en el área rural dispersa de Paicol-Huila.....	41
Tabla 6. Tabla resumen de estudios de agua antes y después de la realización del proyecto baterías sanitarias Paicol-Huila.....	19
Tabla 7. Tabla Resumen de lo proyectado y ejecutado en la obra.....	50

## Lista de figuras

Figura 1. Procedimiento constructivo de la batería sanitaria. ....	23
Figura 2. Procedimiento constructivo del sistema séptico. ....	23
Figura 3. Proceso de socialización del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en la zona rural del municipio de Paicol. ....	28
Figura 4. Entrega de materiales a los hogares beneficiados para el mejoramiento y/o construcción de baterías sanitarias en la zona rural del municipio de Paicol-Huila. ....	30
Figura 5. Sello de calidad de productos utilizados en el proyecto de baterías sanitarias Paicol-Huila. ....	37

## Lista de gráficos

Gráfico 1. Resultado de encuesta diagnostica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila. ....	24
Gráfico 2. Resultado de encuesta diagnostica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila. ....	25
Gráfico 3. Resultado de encuesta diagnostica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila. ....	25
Gráfico 4. Resultado de encuesta diagnóstica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.....	26
Gráfico 5. Resultado de encuesta diagnostica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila. ....	26
Gráfico 6. Resultado de encuesta de satisfacción del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.....	44
Gráfico 7. Resultado de encuesta de satisfacción del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.....	45
Gráfico 8. Resultado de encuesta de percepción del mejoramiento de condiciones de salubridad del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila. ....	45
Gráfico 9. Resultado de encuesta de percepción del mejoramiento de condiciones de salubridad del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila. ....	46

## Glosario

**Filtro anaeróbico:** claramente la (Comision Nacional Mexicana del Agua, 2010) lo define como: “El filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) es un sistema de tratamiento de aguas residuales con biopelícula fija para la remoción de materia orgánica en condiciones anaerobias”

**Microorganismos:** “Organismo vivo, capaz de multiplicarse, de tamaño microscópico, perteneciente a las bacterias, micoplasmas u hongos. En sentido amplio, incluye virus y viroides” (RAE, 2018).

**Sanitario:** Es parte importante en la historia de la higiene humana ya que controla una amenaza constante de peligros para la salud, tales como, enfermedades y epidemias.

**Sistema séptico:** Es un sistema de tratamiento de aguas residuales, en donde se depositan temporalmente las aguas negras de una casa, un conjunto residencial o de instituciones. También es llamado sistema de disposición de aguas residuales in situ, y su función es garantizar que el agua del efluente cumpla con los parámetros de calidad de agua residual de la autoridad ambiental.

**Trampa de grasa:** Permite que grasas y jabones no interfieran en la eficiencia en las siguientes etapas del tratamiento de las aguas residuales.

**Tanque séptico:** Permite la sedimentación de sólidos lo que genera lodos los cuales son tratados anaeróbicamente.

**Filtro anaerobio:** Permite el pos tratamiento de las aguas residuales de manera anaerobia.

**Campo de infiltración:** Recibe el efluente del Filtro Anaerobio y dispone Del agua residual de manera sub superficial.

## **Resumen**

En este proyecto se describe el proceso constructivo de baterías sanitarias en obras nuevas y en obras de mejoramiento, las cuales fueron otorgadas a través de subsidios de mejoramiento de vivienda para el área rural del municipio de Paicol, con el fin de mejorar las condiciones habitacionales de las familias rurales de escasos recursos económicos de este municipio. Los subsidios son otorgados por la administración municipal de Paicol y la sociedad AGUAS DEL HUILA S.A E.S.P. Cabe anotar que cuando se habla de construcción se refiere al hecho de que en el lugar no se poseía un espacio para la deposición de los desechos humanos, mientras que los mejoramientos se dan a estructuras arcaicas (inodoros de hoyo) con encerramientos improvisados. Por tal motivo, el proceso constructivo es igual para ambos casos.

Dentro de los resultados más importantes se puede observar el mejoramiento de la calidad del agua y cambio en las condiciones de vida de los beneficiarios, lo cual se evidencia en las pruebas técnicas de agua expuestas en el trabajo, y en los resultados de la encuesta de satisfacción aplicada a todos los beneficiarios del proyecto.

Es importante destacar las recomendaciones realizadas para este tipo de instalación de baterías sanitarias que funcionan con pozo séptico, como lo es en este caso.

## Introducción

La construcción y mejoramiento de baterías sanitarias es imprescindible para el saneamiento básico poblacional, ya que la eliminación inadecuada y antihigiénica de las heces humanas da lugar a la contaminación del suelo y de las fuentes hídricas, lo que ocasiona enfermedades transmisibles que amenazan la salud humana.

Es imposible desarrollar planes de saneamiento del medio para mejorar las condiciones higiénicas de la población, si las comunidades involucradas no disponen de instalaciones sanitarias bien proyectadas, bien construidas, con un adecuado sistema de tratamiento de aguas negras, donde no prime los intereses económicos sobre el aspecto sanitario.

Atendiendo a estas consideraciones, el proyecto de *mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila* busca mejorar la calidad de vida de las personas, disminuir los focos de contaminación generados por las heces humanas, sensibilizar a la población de la importancia que tiene el buen manejo de aguas negras para evitar la contaminación ambiental.

## 1. Descripción del problema

Paicol es un municipio del sur-occidente del departamento del Huila, situado aproximadamente a 100 km de la ciudad de Neiva, capital del departamento; posee 5.648 habitantes de los cuales más del 50% son mujeres. Más del 60% de la población total vive en la zona rural (DANE, 2017).

Casi toda la población se encuentra registrada en el SISBEN, de las cuales el 10% aproximadamente se ve beneficiada en programas de Familias en acción, y otros programas como De Cero a Siempre, y Colombia Mayor (ICBF; DPS; Mintrabajo, 2015).

Según el censo del (DANE, 2015), aunque la actividad económica más significativa del municipio la comprende la extracción de petróleo crudo y de gas natural; también se desarrollan otras actividades como la agricultura y actividades de manufactura

En cuanto a la calidad de vida de los habitantes de Paicol, cuentan con una cobertura neta de educación media de 42,7%, un promedio de puntaje en pruebas de estado por debajo del promedio nacional, y una tasa de analfabetismo igual que la nacional; en términos de salubridad tiene una cobertura de vacunación de más del 90%, y una cobertura de acueducto de solo algo más del 50%, siendo esta última cifra la que ha generado la inquietud para este proyecto de *mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila*. Según datos del Departamento Nacional de Planeación, para garantizar el acceso a agua potable, el gobierno municipal destinó más de 400 millones de pesos para la construcción y el mejoramiento de infraestructura (DNP, 2017).

Este proyecto está enmarcado en un convenio firmado entre la Alcaldía municipal y la empresa contratista Aguas del Huila que busca beneficiar a más de 30 familias de la zona rural del municipio de Paicol (ver tabla 3.Listado de beneficiarios) con la construcción de baterías sanitarias. Luego de realizar un profundo seguimiento de cómo está la provisión de baterías sanitarias en el

municipio, se concluyó que era de carácter urgente destinar parte del presupuesto municipal a este proyecto, teniendo en cuenta los distintos problemas de salud pública y ambiental que genera la mala disposición de los desechos humanos: estos desechos pueden resultar inflamables, o pueden atraer plagas (moscas, bacterias, roedores, etc.), y contaminar las fuentes hídricas; lo cual puede causar graves enfermedades como gastroenteritis agudas, parasitismo intestinal, dengue, malaria, entre otras; además de catástrofes ambientales irreversibles, como pérdida de la biodiversidad y contaminación del agua y el aire (ver anexo A. Estado baterías sanitarias zona rural de Paicol, Huila).

## **2. Justificación**

El saneamiento básico en la zona rural permitirá reducir las brechas poblacionales y territoriales en la provisión de servicios de calidad en salud, educación, servicios públicos, infraestructura y competitividad; como se proclama en las bases del plan nacional de desarrollo, propuesto por el Departamento Nacional de Planeación-DNP(2014).

Como afirma el manual de construcción de baterías sanitarias del DNP(2015), en cuanto a proyectos que tienen que ver con temas de saneamiento básico y agua potable, se deben definir políticas públicas que planteen los lineamientos técnicos, presupuestales y legales de dichos proyectos.

El CONPES 3810, es el documento en donde se definen los parámetros para proyectos pertinentes a saneamiento básico y agua potable. Este documento también contempla las dificultades técnicas que poseen este tipo de proyecto en el área rural: altos costos, implementación de sistemas inadecuados o no sostenibles para las condiciones presentes (DNP, 2014).

En la normativa de la ley 489 de 1998 artículo 59 y en la normativa de la ley 142 de 1994 en los artículos 7, 65, 367 se establece que la nación, los departamentos y municipios cumplirán funciones de apoyo y coordinación a las comunidades para que estas reciban los servicios públicos domiciliarios en condiciones eficientes y oportunas, incluyendo la zona rural.

Dicho esto, se cuenta con toda la normatividad de apoyo para el desarrollo de este proyecto, y se contempla la urgente necesidad del desarrollo de este tipo de labores para el mejoramiento de la calidad de vida, especialmente de personas que vivan en áreas rurales dispersas.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Mejorar las condiciones de salubridad de los habitantes de la zona rural del municipio de Paicol, mediante la instalación de unidades alternativas (baterías sanitarias de pozo séptico) de saneamiento básico.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Supervisar la construcción de baterías sanitarias con nuevos sistemas de tratamiento de agua y saneamiento básico eficiente (en este caso el uso de pozos sépticos) en la zona rural del municipio de Paicol, para afianzar la calidad de vida de los habitantes de dicha zona.
- Evaluar la efectividad de la instalación de las baterías sanitarias con pozo séptico, por medio de la aplicación de un instrumento (encuesta) de satisfacción y percepción del mejoramiento de las condiciones de salubridad sanitaria, y el análisis de la calidad del agua.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Antecedentes de la batería sanitaria**

Unos de los lugares de más intimidad y privacidad en el diario vivir son los sanitarios o baños, a esta razón podría atribuírsele el hecho de que se tenga tan poca información de cómo deberían ser técnicamente estos lugares (Castro, 2005).

Según Donangelo (2005) la escaza investigación formulada sobre todo lo que tiene que ver con los sanitarios, se puede deber al tabú que se le tiene al fin último para el cual se construyen: encargarse de los desechos del cuerpo humano. Sin embargo, el desarrollo de la civilización y los sanitarios van ligados ya que la tendencia en los materiales y diseños han aumentado de manera sustancial existiendo en la actualidad accesorios de última tecnología que han transformado la utilidad del espacio en algo personal (Davila, 1995).

A partir de la edad media, con el fin de controlar enfermedades contagiosas de la época (la peste, el cólera, tifus, fiebre amarilla, etc.), afirma Castro(2005)se empieza a generar un perfil de los espacios básicos que debía poseer cualquier hogar, entre ellos un espacio aislado para la deposición de los desechos, ósea un baño o sanitario.

### **4.2. Importancia de la batería sanitaria**

La importancia de las instalaciones sanitarias radica en abastecer a cada equipo sanitario de forma segura; tener un mejor manejo de los desechos orgánicos producidos, de modo que se evite obtener altos niveles de agua residuales sin tratar, lo cual afectaría de manera directa a la comunidad en general aumentando los riesgos en la salud pública (Harper, 2003).

Para realizar el diseño de la batería sanitaria es necesario tomar en cuenta el uso que se va a hacer de dichas instalaciones y el tipo de edificación en la cual se va construir.

**Tabla 1. Clasificación general de las baterías sanitarias.**

<b>CLASIFICACION</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
<b>PRIMERA CLASE</b>	Es de uso privado y se aplica a instalaciones en vivienda, cuartos de baño privado, destinadas a una familia.
<b>SEGUNDA CLASE</b>	Corresponde a instalaciones en edificios de oficinas, fábricas.
<b>TERCERA CLASE</b>	Corresponden las instalaciones de uso público, donde no existe limitación en el número de personas ni en el uso.

*Fuente: Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios: hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, gas, eléctricas y alumbrado (Harper, 2003), Elaboración propia.*

### **4.3. Funcionamiento**

El agua proveniente del sifón de lava manos, ducha y alberca es dirigida al tanque trampa de grasa en donde residuos de jabones, detergentes y grasas flotan formando una espuma en la parte superior, que queda almacenada en dicho tanque con el fin de evitar que estas sustancias interfieran en la eficiencia de las siguientes etapas del tratamiento de las aguas residuales. Posteriormente, el líquido depurado se une con el agua del inodoro y desemboca en el tanque séptico, en donde las aguas residuales forman tres capas en el interior del tanque, los sólidos más ligeros (como grasas y aceites) flotan y forman una capa de espuma en la parte superior; los sólidos más pesados se establecen en el fondo del tanque con rapidez formando una capa de lodo, lo que genera una cantidad de agua semi purificada (Rodríguez, 2011).

Como se detalla en el Proyecto Estándar de Construcción de Unidades Sanitarias con Saneamiento Básico para Vivienda Rural Dispersa (DNP, 2015), las capas de lodo y espuma permanecen en el tanque séptico en donde la digestión anaeróbica de las bacterias conduce a la generación de metano y dióxido de carbono, el lodo se estabiliza y detiene su descomposición; estas partículas de lodo estabilizado permanecen en el tanque hasta que se realiza el

mantenimiento del mismo. Una vez hecho este proceso, el líquido parcialmente limpio pasa al tercer tanque, conducido por el tubo de entrada que está conectado directamente a un falso fondo. Utilizando gravilla seleccionada de 2 a 3 pulgadas se conforma una capa de 70 centímetros de altura aproximadamente, colocada sobre el falso fondo; que actúa como un filtro, reteniendo las impurezas y sustancias restantes del proceso. El agua ya tratada, es conducida a través de la tubería sanitaria al campo de infiltración, en donde todas las impurezas que aún existen se descomponen naturalmente, y el agua es absorbida por el sistema de raíces de las plantas o incluso puede pasar a formar parte de las aguas subterráneas.

#### 4.4 Normatividad para el sector de agua potable y saneamiento básico

El saneamiento básico y el agua potable se conciben como elementos básicos para hacer valer el derecho a la vivienda digna contemplado en la constitución. Este hecho también es respaldado legislativamente.

**Tabla 2. Normatividad es de estricto cumplimiento por parte de las entidades territoriales del orden Departamental, distrital y municipal. Fuente: (DNP, 2015).**

NORMATIVA	NACION	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
<p>LEY 142 DE 1994: "por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones" (Modificada por la Ley 1753 de 2015, 'por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país")</p>	<p>Art. 2: El Estado intervendrá en los servicios públicos, conforme a las reglas de competencia de que trata esta Ley, en el marco de lo dispuesto en los artículos 334, 336, y 365, a 370 de la Constitución Política, para los siguientes fines: Garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y su disposición final...Ampliación permanente de la cobertura...Atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico. Prestación continua e ininterrumpida...</p>		

NORMATIVA	NACION	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
<p>LEY 142 DE 1994:  “por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”  (Modificada por la Ley 1753 de 2015, 'por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”)La Ley 142 de 1994 (Modificada por la Ley 1753 de 2015)</p>		<p>Art 7. • Asegurar que se presten en su territorio las actividades de transmisión de energía eléctrica, por parte de empresas oficiales, mixtas o privadas. • Organizar sistemas de coordinación de las entidades prestadoras de servicios públicos y promover, cuando razones técnicas y económicas lo aconsejen, la organización de asociaciones de municipios para la prestación de servicios públicos, o la celebración de convenios interadministrativos para el mismo efecto.</p>	<p>Art 65. El municipio debe propender para que las comunidades reciban los servicios públicos domiciliarios en condiciones eficientes y oportunas, incluyendo la zona rural. Para ello el deberá: • Apoyar la activa y constructiva participación de los comités de desarrollo y control social, para que alerten a los prestadores en la mejora de los servicios. • Mantener una correcta y actualizada estratificación de los predios urbanos y rurales, lo cual incidirá directamente, en la asignación de subsidios y el cobro de contribuciones y reportar la información al SUI.</p>
<p>Constitución Política de Colombia</p>	<p>Artículo 356 habla de que los recursos de regalías tendrán prioridad de inversión en servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico. Por otra parte, en el capítulo V, Artículo 366 contempla como fin del estado la solución de necesidades insatisfechas en saneamiento de agua potables y otros aspectos para mejorar la calidad de vida de los colombianos.</p>	<p>Art 367. Establece que los departamentos cumplirán funciones de apoyo y coordinación, en los eventos en que los municipios presten directamente alguno de los servicios públicos domiciliarios.</p>	

#### **4.5. Enfermedades relacionadas con la ausencia de zonas de disposición de desechos humanos.**

Muchos estudios llevan a la conclusión de que la mala disposición de residuos humanos sólidos y líquidos, provocan enfermedades infecciosas, que pueden afectar seriamente la salud de los involucrados:

Por ejemplo, Guerra (2014), afirma que:

“Los principales daños a la salud provocados por la mala disposición de los residuales, es debido fundamentalmente al aumento de los posibles criaderos de vectores que transmiten la malaria y el dengue (presencia de cascarones de cocos, latas, botellas y otros al aire libre). Otra enfermedad, es el Parasitismo Intestinal consecuencia del fecalismo al aire libre al no existir sistema de alcantarillado, fosas suficientes y letrinas con condiciones adecuadas; esto favorece la proliferación de vectores y roedores, los cuales transmiten en sus patas gérmenes y parásitos que son ingeridos por las personas en los alimentos y el agua de tomar”

De igual forma se sabe que nuestros desechos poseen gérmenes patógenos que al ser arrastrados hasta los hogares por algunos bichos como cucarachas, moscas y mosquitos; dan paso a síntomas como diarrea, fiebre, tifoidea y enfermedades relacionadas con parásitos, afectando tanto a niños como adultos (CAR, 1986).

Según la Organización Mundial de la Salud, en Colombia, las enfermedades relacionadas con la contaminación de las fuentes hídricas, representan un importante porcentaje en la morbilidad y mortalidad infantil; de igual manera la falta de acceso a baterías sanitarias idóneas para la disposición de las excretas también genera riesgo alto para el contagio de enfermedades infecciosas y endémicas (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2011). Según el gran censo nacional realizado por el DANE (2005) el 87% de los colombianos contaba con acceso a acueducto y el 74% con acceso a alcantarillado.

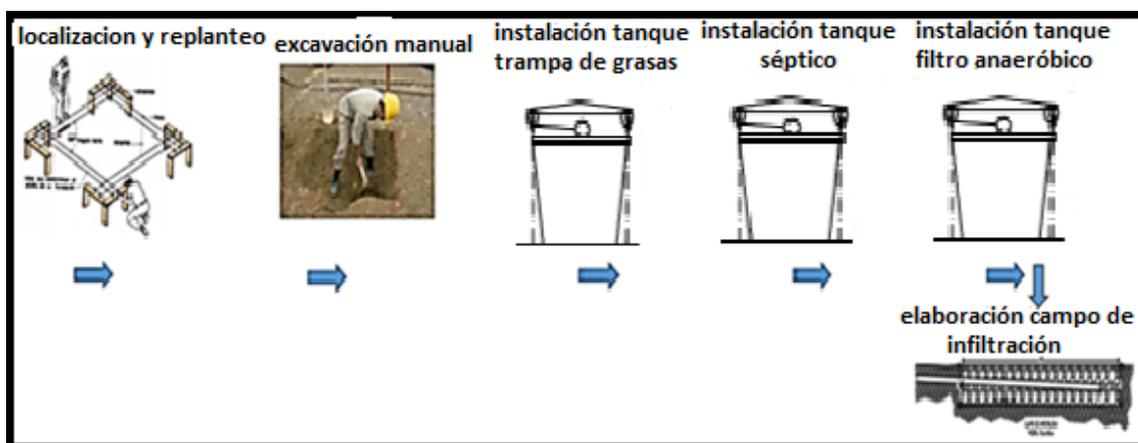
## 5. Metodología

El “proyecto de *mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila*” se llevó a cabo en tres grandes etapas: la primera etapa de diagnóstico, selección de beneficiarios y visitas domiciliarias; la segunda etapa donde se describe todo el proceso constructivo (ver figura 1 y 2); y la última el cómo se llevó a cabo la puesta en funcionamiento.

Figura1. Procedimiento constructivo de la batería sanitaria.



Figura2. Procedimiento constructivo del sistema séptico.



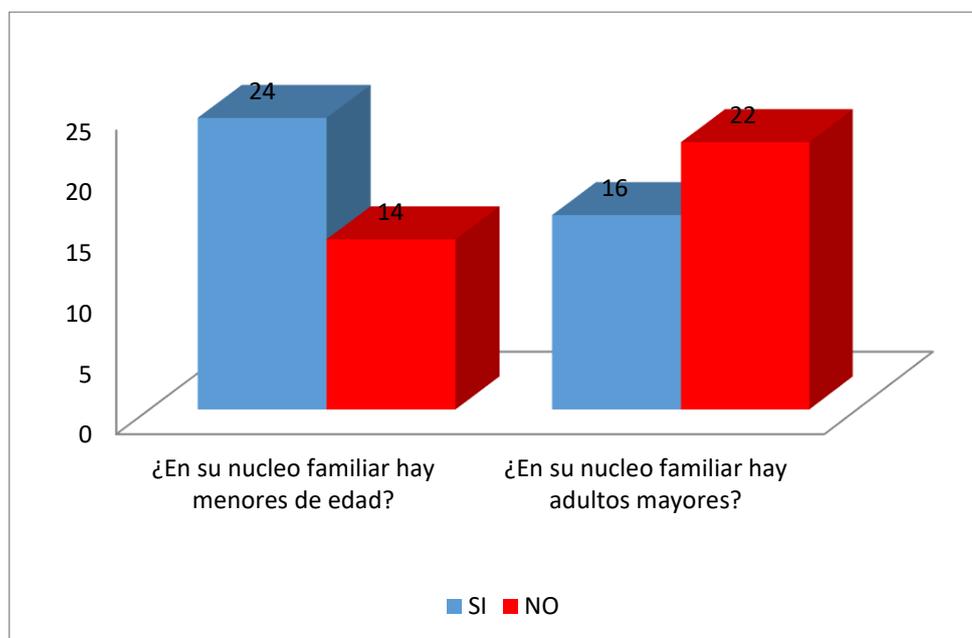
## 5.1. Etapa I: Diagnóstico, selección de beneficiarios y visitas domiciliarias

Antes de iniciar la construcción de las baterías se realizaron procesos de diagnóstico, selección y visitas a la muestra beneficiada.

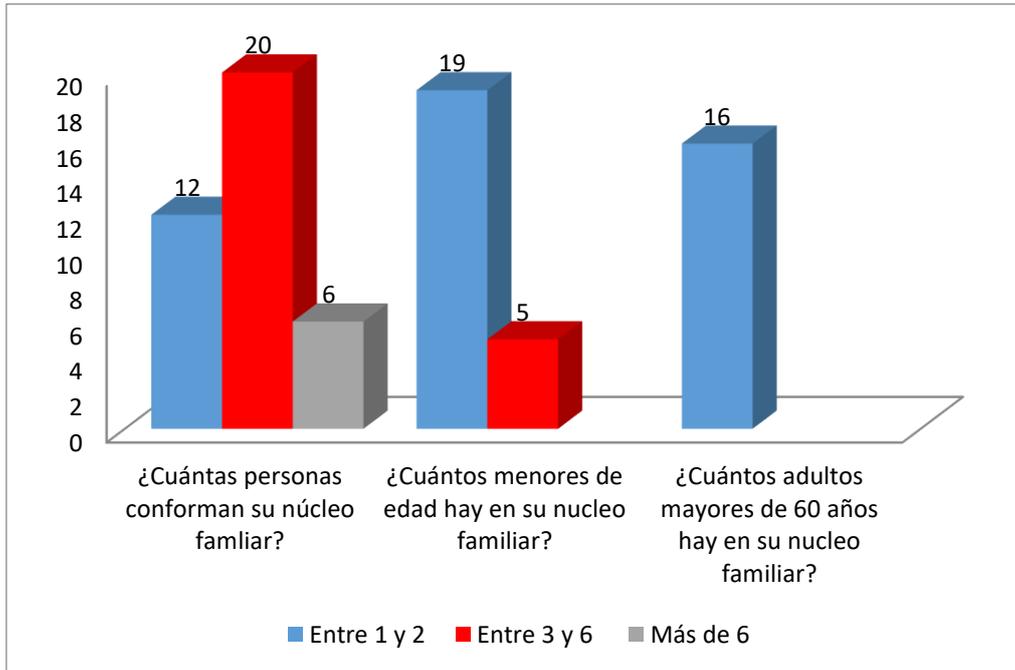
### 5.1.1. Diagnóstico.

Este proyecto surge de la necesidad que evidenció la alcaldía del municipio de Paicol-Huila de invertir en el saneamiento básico de la zona rural, después de realizar las visitas domiciliarias (ver Anexo A), con el fin de mejorar las condiciones de calidad de vida y al mismo tiempo, garantizar un derecho que se contempla como fundamental en Colombia, como lo es el de tener una vivienda digna.

Para ratificar la necesidad de este proyecto, se realizó una encuesta pre y post proyecto (ver Anexo B) aplicada a todas las familias que iban a ser beneficiarias, unas 38 personas, todas cabezas de hogar, cuyos resultados; en una primera parte arrojaron lo siguiente:

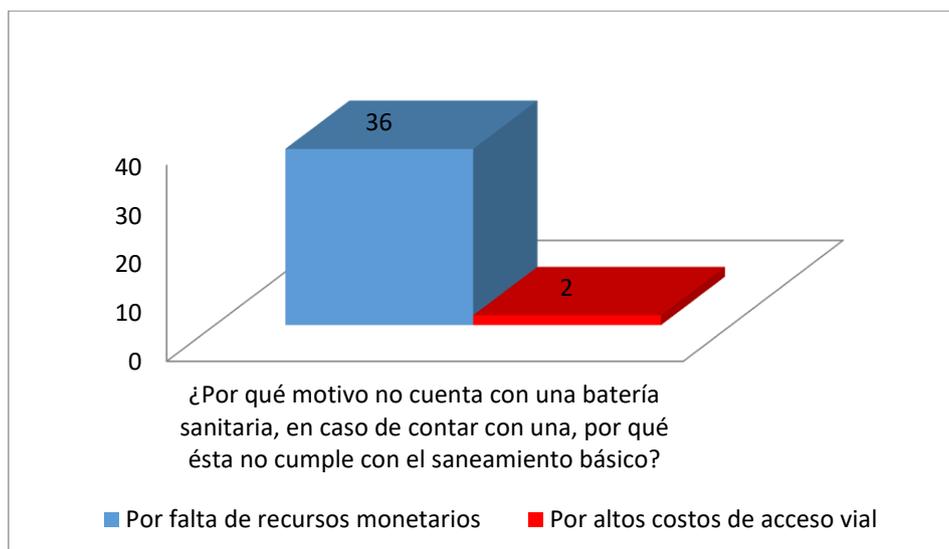


**Gráfico 1. Resultado de encuesta diagnóstica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**

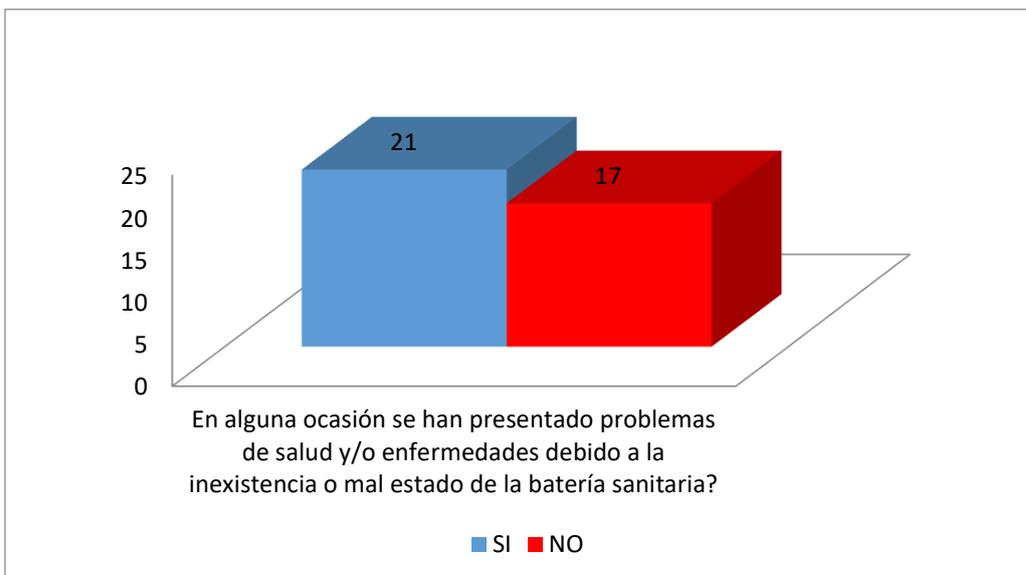


**Gráfico 2. Resultado de encuesta diagnóstica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**

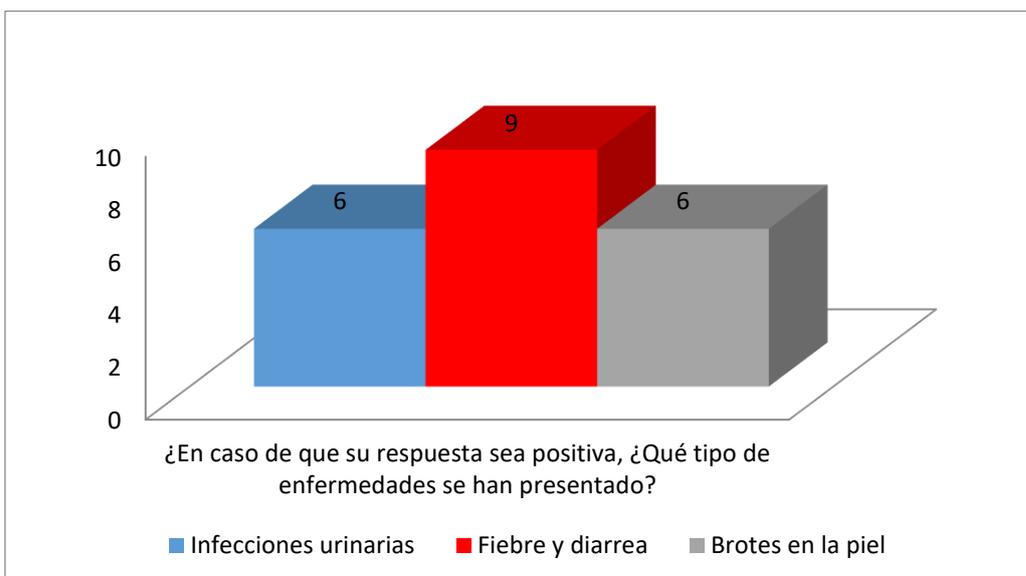
Como se evidencia en el gráfico 1 y 2, la mayoría de los hogares encuestados lo conforman de 3 a 6 personas; por otro lado, en más del 50% de los hogares hay menores de edad y personas de la tercera edad.



**Gráfico 3. Resultado de encuesta diagnóstica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**



**Gráfico 4. Resultado de encuesta diagnóstica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**



**Gráfico 5. Resultado de encuesta diagnóstica antes de la puesta en marcha del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**

Por otro lado, en el gráfico 5, se puede evidenciar que la mayoría de las familias encuestadas ha presentado problemas de salud; estas afecciones están relacionadas con cuadros de fiebre y diarrea. Las personas entrevistadas deducen que esto se debe a la falta o deficiente estado de las baterías sanitarias de sus viviendas, ya que los síntomas que presentan están relacionados con infecciones urinarias; esta afección suele ocurrir cuando las partes íntimas están expuestas a la proliferación de bacterias (Guerra, 2014)

Además de esta encuesta, se tuvo en cuenta los estudios de sanidad del agua (ver anexo C) realizados en el municipio por la secretaria de salud departamental del Huila, los cuales fueron concluyentes para la zona rural, determinando que esta agua es INVIABLE SANITARIAMENTE.

### **5.1.2. Selección de beneficiarios.**

Debido a la limitación de los recursos económicos, se debió limitar también la selección de las personas que iban a ser beneficiadas con este proyecto; para ello la alcaldía elaboró listados de todas las personas de la zona rural del municipio de Paicol, y con esto se convocaron a reuniones informativas para socializar el proyecto.

En estas reuniones (ver figura 3) se le informó a la comunidad acerca del proyecto y de los requisitos para hacerse beneficiario del mismo: se solicitó a las personas documentos de identificación de todo el núcleo familiar, documentos que certifiquen la propiedad de la tierra, y por último certificados del puntaje del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN) y afiliación al régimen subsidiado de salud. Por medio de estos últimos dos certificados se dio la escogencia de los beneficiarios.

Por un lado, el puntaje del (SISBEN), clasifica de cierta manera a la población según sus condiciones socioeconómicas, por medio de una puntuación de 0 a 100; clasificando a las personas de puntaje más bajos, como aquellas que poseen más necesidades básicas insatisfechas. Por otro lado, la afiliación al régimen subsidiado de salud, también exige tener ciertas condiciones socioeconómicas para accederle. (Ver tabla 3)

**Figura3. Proceso de socialización del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en la zona rural del municipio de Paicol.**



**Tabla 3. Listado de beneficiarios proyecto saneamiento básico Paicol-Huila.**

<b>Nº</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>Nº IDENTIFICACIÓN</b>	<b>VEREDA</b>
1.	Sandra Milena Sánchez Tangarife	26.472.123	Alto San Miguel
2.	Juan Manuel Rojas Aguilar	4.919.733	Alto San Miguel
3.	Bertulfo Silva Cerón	4.920.234	Alto San Miguel
4.	Yamid Camilo Losada Losada	1.004.082.135	Caloto
5.	RubénDarío Vergara Manrique	1.081.415.000	Caloto
6.	José Evelio Muñoz Sánchez	1.061.218.111	El vergel
7.	Armando Sandoval Olaya	14.257.029	El vergel
8.	Urbano Bautista Ramos	4919511	Primavera
9.	Carlos Julio Rodríguez	4.919.647	La Mesa
10.	Lina Constanza Ochoa Cadena	1.004.082.136	Las mercedes
11.	Deyanira Menza Silva	26.529.555	Matanzas
12.	Luis Enrique Guali Guali	12.279.807	Peña Negra
13.	Carlos Mauricio Cabrera Cuellar	83.256.148	Peña Negra
14.	Álvaro Hernando Cubides Tovar	1.643.363	Primavera
15.	Hernán Chavarro	4.919.855	San Marcos
16.	Luis David Cerquera Vargas	1.077.851.125	San Matías
17.	Luis Ernesto Palomino Ríos	4.920.024	Santa Rita
18.	Gabriela Chavarro Falla	36.382.831	Alto Caloto
19.	Mario Fernando Cerquera Vargas	1.079.508.245	San Martias
20.	Flor Ilba Lugo Marchan	26.529.451	San Marcos
21.	Olga Lucia Illera silva	1079509394	La cumbre
22.	Carlos AlfredoYasno serrato	1081412187	Caloto
23.	Dina marcela Perdomo Muñoz	1081394430	Alto san miguel

Nº	NOMBRE	Nº IDENTIFICACIÓN	VEREDA
24	María Mercedes Leiva	83.254.241	Domingo Arias
25	Mercedes Rojas Torres	26.529.399	La cumbre
26	José Ignacio Perdomo Guevara	4.919.741	La cumbre
27	Raúl Vargas Son	4.919.555	La laja
28	Calixto Cuellar Anturi	4.919.700	La Reforma
29	Emperatriz Cerquera Sarria	26.528.781	La Reforma
30	Diomedes Plazas Perdomo	12.276.350	Las Mercedes
31	Yesid Artunduaga Cuellar	12.277.026	Peña Negra
32	Ana Matilde Chavarro Otálora	26.529.219	Primavera
33	María del Rosario Córdoba Rojas	36.176.581	Santa Inés
34	Fanny Cabrera Suarez	26.529.072	Santa Inés
35	Ricardo Camero Cerrato	1.640.142	Santa Inés
36	Alcibiades Chavarro Castro	1.643.303	Santa Inés
37	Nilcia Silva Cerón	26.529.138	San Isidro
38	JoséRaúl Mera Astaiza	2.374.504	San Isidro

### **5.1.3. Visitas domiciliarias.**

Luego del proceso de selección de las personas beneficiadas, se realizaron una serie de visitas domiciliarias para revisar por medio de la observación, las condiciones en que se encontraban estas viviendas y que tipo de infraestructura sanitaria había en ella o si esta era nula (ver Anexo A).

## **5.2. Etapa II: Seguimiento y control de obra**

El proceso constructivo que se describe a continuación se realizó según lo diseñado en el cálculo hidrosanitario y estructural que se puede evidenciar en el Anexo D.

### **5.2.1. Actividades preliminares**

#### ***Entrega de materiales***

Preliminarmente al inicio de la obra, se hizo entrega a cada hogar beneficiado del material a utilizar para la obra: esto se realizó de manera física y de acuerdo al inventario relacionado (ver figura 4); además se obtiene un visto bueno por

parte de cada jefe del hogar con la firma del respectivo formato de acta de entrega de material, en donde se compromete al beneficiario a custodiar el material para el óptimo desarrollo de la obra.

**Figura 4. Entrega de materiales a los hogares beneficiados para el mejoramiento y/o construcción de baterías sanitarias en la zona rural del municipio de Paicol-Huila.**



### ***Localización y replanteo.***

El proyecto se localizó horizontal y verticalmente dejando elementos de referencia permanente con base en los planos del proyecto (ver Anexo E).

La localización y el replanteo de la obra se ejecutó, utilizando personal y equipos adecuados para tal fin. Durante la construcción se verificó periódicamente las medidas y cotas las veces necesarias, para la ejecución del proyecto.

### ***Descapote manual y nivelación.***

Los manuales de Normas y Especificaciones Generales de Construcción de la empresa (EPM, 2017), para el proceso de descapote manual y nivelación dice lo siguiente:

“Comprende los trabajos preliminares necesarios para la preparación y adecuación del terreno para las obras de excavación y los trabajos subsiguientes en la zona demarcada en los planos de construcción. El área demarcada se limpiará y despejará de árboles, matorrales, arbustos, árboles caídos, madera en descomposición, vegetación, escombros y desechos, y de todos los materiales extraños que obstaculicen las labores posteriores. Si es necesario deben solicitarse los permisos necesarios ante las entidades competentes”.

Esta actividad fue realizada por cada beneficiario del proyecto, en donde el área de descapote y nivelación comprende una medida de 1,20 m X 3,40 m a una profundidad de 0,10 m. Espacio que es ocupado por la placa flotante.

### **5.2.2. Cimentación**

Es el conjunto de elementos estructurales encargados de transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo.

### ***Excavación manual.***

Las zanjas y excavaciones necesarias para tuberías y pozos, se realizaron hasta la profundidad indicada en los planos y del ancho necesario para poder hacer correctamente la instalación de los ductos o la construcción de los pozos.

### ***Placa flotante en concreto.***

Se construyó con un espesor de placa de acuerdo a las indicaciones dadas en los planos, utilizando concreto de 3500 PSI, reforzado con acero (varillas de 3/8") espaciadas cada 15 cm en las dos direcciones; este elemento tendrá forma rectangular y se dejará un recubrimiento de 3,5 cm, espesor de 10 cm.

### **5.2.3. Mampostería**

Actividad referente a erigir muros, mediante la colocación manual de los mampuestos que a su vez van ligados a la estructura, con el fin de dar solidez a la construcción.

### ***Construcción de muros.***

La construcción de los muros se realizó en ladrillo tolete común de 12 cm de espesor, los muros fueron elevados según diseño a 2 m de altura, se pegaron con mortero 1:4 con arena fina lavada cernida en el tamiz No. 8 y quedaron perfectamente aplomados y perpendiculares entre sí, se verifico que los muros quedaran en perfecta traba en las uniones.

El mortero de las juntas horizontales y verticales se repartió uniformemente con el fin de obtener una mejor presentación. Antes de colocar el ladrillo se humedeció para garantizar la permanencia de la humedad del mortero, el espesor de las pegas es de 2,5 cm aproximadamente uniforme en toda la pared. Una vez realizada la construcción de todos los muros se midieron para verificar que dichas medidas eran las especificadas en los planos, y con esto evitar que se vaya mayor o menor material del calculado para la obra.

### **5.2.4. Instalación de punto eléctrico.**

Corresponde al punto eléctrico ubicado en la unidad sanitaria, el cual está conformado por una roseta y un interruptor de encendido para lo cual se empleó

la tubería eléctrica, accesorios y cable necesario, si la vivienda no cuenta con disponibilidad de electricidad rural, se deja listo para el empalme futuro en la caja de inspección correspondiente.

#### **5.2.5. Estructura**

Es el conjunto de elementos unidos entre sí, que tienen la función de recibir, soportar y transmitir cargas al suelo.

##### ***Columnas.***

Se construyó utilizando concreto de 3000 PSI, reforzado con acero, 4 varillas 3/8", los estribos serán cerrados se colocarán en varilla de 1/4" espaciados cada 12 cm; este elemento tiene forma cuadrada y en las zonas donde se encuentra con otro elemento estructural o zonas adyacentes a los elementos horizontales los primeros seis estribos se espaciaron cada 10 cm.

##### ***Placa elevada.***

Se construyó con un espesor de placa de acuerdo a las indicaciones dadas en los planos, utilizando concreto de 3000 PSI, reforzado con acero varillas de 3/8" espaciadas cada 15 cm en las dos direcciones; este elemento tiene forma rectangular y se dejó un recubrimiento de 3,5 cm, espesor de 10 cm.

#### **5.2.6. Instalaciones hidráulicas**

Es el conjunto de tuberías y conexiones, de diferentes diámetros y materiales encargados de distribuir agua dentro de la construcción.

##### ***Instalación de tubería hidráulica.***

Se construyó en tubería PVC de 1/2", se instalaron accesorios de 1/2" y elementos en el lugar que se requirió, para un buen funcionamiento de la batería (ducha,

lavadero, sanitario, tanque de almacenamiento). Por lo tanto, cada punto tiene 12 m de tubería PVC de ½" en promedio.

### ***Construcción de alberca.***

Se elaboró en ladrillo tolete común según especificaciones de diseño incluyendo lavadero, válvula de fondo, pañete impermeabilizado y esmalte en cemento gris en su interior.

#### **5.2.7. Pañete**

Es el revestimiento de paredes con una mezcla de mortero, que se realiza con el fin de cubrir imperfecciones, emparejar la superficie, dar mayor resistencia y estabilidad de los muros. Su espesor varía entre 1 y 2 cm.

### ***Pañete sobre muro.***

Se aplicó mortero 1:3 en donde se verificó que el muro estuviera libre de desperfectos, tales como: regatas por efecto de instalaciones de redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias; posteriormente se construyeron guías maestras con el fin de obtener pañetes plomados, hilados y reglados.

#### **5.2.8. Instalación sanitaria**

Es el conjunto de tuberías de conducción y conexión, necesarias para la evacuación y vertimiento de las aguas negras de una batería sanitaria.

### ***Instalación tubería PVC sanitaria.***

Se instaló tubería PVC sanitaria de 4" para la cometa del punto sanitario hasta los tanques del sistema de tratamiento, la conexión entre ellos y el campo de infiltración. De igual manera se instaló tubería PVC de 2" para la recolección de aguas provenientes de la ducha, lavamanos y alberca hasta el tanque de tratamiento de trampa de grasas.

### ***Instalación combo sanitario.***

Se instalaron sanitarios, lavamanos, duchas y juegos de incrustaciones, utilizando manguera plástica para su conexión.

### **5.2.9. Instalación de enchape**

Son recubrimientos o revestimientos que se aplican a diferentes elementos constructivos como muros, columnas, vigas y pisos, para dar durabilidad y resistencia.

#### ***Enchape sobre muro.***

Según las especificaciones técnicas se instaló cerámica de 20.5 x 20.5 cm, en área de ducha a una altura de 1.70 m para un total de 6.59 m<sup>2</sup> por batería.

#### ***Enchape sobre piso.***

Siguiendo las especificaciones técnicas se instaló cerámica de 20 x 20 cm, en el área de piso en la ducha y en el sanitario, para un total de 1.62 m<sup>2</sup> por batería.

### **5.2.10. Instalación sistema de tratamiento**

El sistema de tratamiento de aguas residuales es altamente eficiente (Davila, 1995) y su función es garantizar que el agua del efluente cumpla con los parámetros de calidad de agua residual de la autoridad ambiental pertinente.

#### ***Instalación de tanques.***

Se instalaron tres tanques con las siguientes especificaciones; tanque séptico plástico de 1000L tanque trampa de grasas de 105 L y filtro anaerobio de 1000 L adicionalmente se suministraron todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento y la puesta en marcha de los mismos.

### ***Instalación de material campo de infiltración.***

En cada batería sanitaria se instaló un campo de infiltración, construido a partir de una excavación de 0.45 m x 0.45 m x 4 m, el cual recibe las aguas provenientes del filtro anaerobio, por intermedio de un tubo perforado que es cubierto con 1 m<sup>3</sup> de rocas limpias con diámetro 3/8" a 2" y dispone el agua residual de manera subsuperficial.

### ***Instalación de material filtro anaerobio.***

En el tanque del filtro anaerobio, se agregaron 0.8 m<sup>3</sup> de rocas limpias de 2" a 3" de diámetro, con el fin de obtener espaciamientos entre ellas en donde se alojan las bacterias y microorganismos encargados de descomponer la materia orgánica de forma anaerobia.

#### **5.2.11. Programación y seguimiento de obra con Microsoft Project**

Microsoft Project es un programa que permite realizar un seguimiento detallado de todas las actividades que componen un proyecto y así supervisar su progreso, ya que permite organizar la información acerca de la asignación de tiempos a las tareas, costos y recursos, tanto de trabajo como de materiales del proyecto, para que se puedan respetar los plazos sin exceder el presupuesto y alcanzar los objetivos planteados.

El proceso de control de obra se realizó teniendo en cuenta la eficacia en el cumplimiento de los plazos y secuencias en la ejecución de las actividades previstas. Además de eso, se realizó un control constante de los porcentajes de ejecución y del uso racional de los recursos en el avance de obra para evitar sobre costos y retrasos al final del proyecto.

#### **5.3. Puesta en funcionamiento.**

Luego de la realización de la obra se realizaron las respectivas pruebas técnicas y ajustes con el fin de dar como óptimo el funcionamiento de estas baterías sanitarias instaladas y mejoradas en la zona rural del municipio de Paicol (Ver Anexo F).

Se revisa el material observando el sello de calidad de los productos para verificar que cumplen con los estándares deseados y se encuentren en condiciones óptimas para su posterior utilización (ver figura 5). Posterior a esto se verifica la adecuada instalación de los puntos sanitarios, tuberías sanitarias, acometidas sanitarias; puntos, acometidas y tuberías hidráulicas. Se revisa la calidad de la instalación de los tanques de almacenamiento y se hace una revisión visual del campo de infiltración observando que no se presentan humedecimientos en esta zona, lo que indica que está funcionando correctamente, posterior a esto se instruye a los beneficiarios del funcionamiento y mantenimiento de los mismos.

**Figura 5. Sello de calidad de productos utilizados en el proyecto de baterías sanitarias Paicol-Huila.**



## 6. Presupuesto

En la tabla 4, se presenta el presupuesto general de costos para la construcción desde cero de 23 baterías sanitarias con sistema de tratamiento séptico, el cual fue elaborado y suministrado por la ALCALDIA DE PAICOL y AGUAS DEL HUILA junto con el análisis de precios unitarios de cada ítem (ver Anexo I):

Tabla 4. Presupuesto general de costos del proyecto de construcción de baterías sanitarias en el área rural dispersa de Paicol-Huila.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V/R. UNITARIO	V/PARCIAL	CANTIDAD	VALOR TOTAL	TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>\$ 10.905</b>		<b>\$ 250.819</b>	
1.1	Localización y replanteo	M2	4,76	\$ 2.291,00	\$ 10.905	109,48	\$ 250.819	
<b>2</b>	<b>CIMENTACION</b>				<b>\$ 320.126</b>		<b>\$ 7.362.909</b>	
2.1	Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	0,98	\$ 28.756,00	\$ 28.181	22,54	\$ 648.160	
2.2	Placa flotante e=0,10m en concreto de 3000 psi, incluye refuerzo de 3/8" cada 15 cms en ambos sentidos, a todo costo	M2	3,60	\$ 81.096,00	\$ 291.946	82,80	\$ 6.714.749	
<b>3</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				<b>\$ 526.922</b>		<b>\$ 12.119.206</b>	
3.1	Construcción de muro ladrillo tolete común a todo costo de e= 12cms.	M2	8,00	\$ 57.141,00	\$ 457.128	184,00	\$ 10.513.944	
3.2	Suministro e instalación de punto eléctrico de 110 V, incluye red eléctrica	UND	1,00	\$ 69.794,00	\$ 69.794	23,00	\$ 1.605.262	
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				<b>\$ 941.348</b>		<b>\$ 21.651.004</b>	
4.1	Columnas 0,15*0,20, en concreto de 3000 psi, incluye 4 varillas de hierro de 3/8" y estribos de 1/4" cada 0,12 mts	ML	8,00	\$ 65.489,00	\$ 523.912	184,00	\$ 12.049.976	
4.2	Placa de elevación de e=0,1 m en concreto de 3000 psi, reforzada, en elevación, incluye refuerzo de 3/8" cada 15 cms en ambos sentidos, a todo costo	M2	4,00	\$ 104.359,00	\$ 417.436	92,00	\$ 9.601.028	
<b>5</b>	<b>INSTALACIONES HIDRAULICAS</b>				<b>\$ 560.874</b>		<b>\$ 12.900.102</b>	
5.1	Suministro e instalación de tuberías hidráulicas incluye: todos los accesorios y elementos que se requieran para el buen funcionamiento de la batería. (ducha, lavamanos, lavadero, sanitario y tanque de almacenamiento)	UND	1,00	\$ 218.353,00	\$ 218.353	23,00	\$ 5.022.119	

5.2	Construccion de Alberca a todo costo en ladrillo tolete. incluye lavadero, válvula de pozo , pañete impermeabilizado y esmalte en cemento gris en su interior	UND	1,00	\$ 342.521,00	\$ 342.521	23,00	\$ 7.877.983	
<b>6</b>	<b>PAÑETES</b>				<b>\$ 378.194</b>		<b>\$ 8.698.467</b>	
6.1	Pañete sobre muros a todo costo	M2	15,37	\$ 24.606,00	\$ 378.194	353,51	\$ 8.698.467	
<b>7</b>	<b>INSTALACION SANITARIA</b>				<b>\$ 649.428</b>		<b>\$ 14.936.844</b>	
7.1	Suministro e instalacion de tuberias pvc sanitaria incluye : tuberias de D=4"(8 metros), 4" tuberia perforada ( 4metros) y 2"(9 metros) y todos los accesorios necesarios para el buen funcionamiento de la bateria sanitaria.	UND	1,00	\$ 568.565,00	\$ 568.565	23,00	\$ 13.076.995	
7.2	Instalacion combo sanitario incluye: sanitario, lavamanos, ducha y juego de incrustaciones.	UND	1,00	\$ 80.863,00	\$ 80.863	23,00	\$ 1.859.849	
<b>8</b>	<b>SUMINISTROS</b>				<b>\$ 449.450</b>		<b>\$ 10.337.350</b>	
8.1	Suministro de tanque plastico agua potable de 500lts.(Incluye accesorios)	UND	1,00	\$ 157.950,00	\$ 157.950	23,00	\$ 3.632.850	
8.2	Suministro combo sanitario incluye: sanitario acoples para sanitario, para lavamanos y juego de incrustaciones.	UND	1,00	\$ 291.500,00	\$ 291.500	23,00	\$ 6.704.500	
<b>9</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION CARPINTERIA METALICA</b>				<b>\$ 0</b>		<b>\$ 0</b>	
9.1	Suministro e instalacion de puerta metalica de 0.8x2.0 Mts, en lamina Cal. 20	UND	0,00	\$ 249.375,00	\$ 0	0,00	\$ 0	
9.2	Suministro e instalación de puerta metalica de 0.6x2.0 Mts, en lamina Cal. 20	UND	0,00	\$ 234.375,00	\$ 0	0,00	\$ 0	
<b>10</b>	<b>INSTALACION ENCHAPES A TODO COSTO</b>				<b>\$ 816.999</b>		<b>\$ 18.790.975</b>	
10.1	Enchape sobre Muro	M2	15,37	\$ 45.213,00	\$ 694.924	353,51	\$ 15.983.248	
10.2	Enchape de Piso	M2	2,70	\$ 45.213,00	\$ 122.075	62,10	\$ 2.807.727	

11	<b>SUMINISTRO E INSTALACION SISTEMAS DE TRATAMIENTO</b>				<b>\$ 1.366.598</b>		<b>\$ 35.146.528</b>	
11.1	Suministro de los tanques ( tanque septico plastico de 1000 lts, trampa de grasas de 105 lts, filtro anaerobio de 1000 lts) para el sistema de tratamiento de aguas servidas incluye: todos elementos necesarios para el buen funcionamiento y puesto en marcha.	UND	1,00	\$ 1.141.120,93	\$ 1.141.121	23,00	\$ 26.245.781	
11.2	Instalación tanques ( tanque septico plastico de 1000 lts, trampa de grasas de 105 lts, filtro anaerobio de 1000 lts, incluye gravilla) para el sistema de tratamiento de aguas servidas incluye: todos elementos necesarios para el buen funcionamiento y puesto en marcha.	UND	1,00	\$ 225.477,00	\$ 225.477	23,00	\$ 5.185.971	
11.3	Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	2,00	\$ 28.756,00	\$ 57.512	46,00	\$ 1.322.776	
11.4	Suministro e instalación de material del campo de infiltración con piedras limpias de diametro entre 10mm y 60 mm.	M3	1,00	\$ 104.000,00	\$ 104.000	23,00	\$ 2.392.000	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>								<b>\$ 142.194.204,10</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 25%</b>								<b>\$ 35.548.551,03</b>
						ADMINISTRACION 17%	\$ 24.173.015,00	
						IMPREVISTOS 3%	\$ 4.265.826,00	
						UTILIDAD 5%	\$ 7.109.710,00	
<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>								<b>\$ 177.742.755,13</b>
INTERVENTORÍA TECNICA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA - 7%								\$ 12.441.993,00
<b>VALOR TOTAL PROYECTO</b>								<b>\$ 190.184.748,00</b>

Fuente: Alcaldía de Paicol-Aguas del Huila

Por otro lado, se presenta el presupuesto general de costos para el mejoramiento de 15 baterías sanitarias con sistema de tratamiento séptico. Este presupuesto también es elaborado y suministrado por la ALCALDIA DE PAICOL y AGUAS DEL HUILA.

**Tabla 5. Presupuesto general de costos del proyecto de mejoramiento de baterías sanitarias en el área rural dispersa de Paicol-Huila.**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V/R. UNITARIO	V/PARCIAL	CANTIDAD	VALOR TOTAL	TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>\$ 0</b>			
1.1	Localización y replanteo	M2	0,00	\$ 2.291,00	\$ 0			
<b>2</b>	<b>CIMENTACION</b>				<b>\$ 0</b>			
2.1	Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	0,00	\$ 28.756,00	\$ 0			
2.2	Placa flotante e=0,10m en concreto de 3000 psi, incluye refuerzo de 3/8" cada 15 cms en ambos sentidos, a todo costo	M2	0,00	\$ 81.096,00	\$ 0			
<b>3</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				<b>\$ 0</b>			
3.1	Construcción de muro ladrillo tolete común a todo costo de e= 12cms.	M2	0,00	\$ 57.141,00	\$ 0			
3.2	Suministro e instalación de punto eléctrico de 110 V, incluye red eléctrica	UND	0,00	\$ 69.794,00	\$ 0			
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				<b>\$ 0</b>			
4.1	Columnas 0,15*0,20, en concreto de 3000 psi, incluye 4 varillas de hierro de 3/8" y estribos de 1/4" cada 0,12 mts	ML	0,00	\$ 65.489,00	\$ 0			
4.2	Placa de elevación de e=0,1 m en concreto de 3000 psi, reforzada, en elevación, incluye refuerzo de 3/8" cada 15 cms en ambos sentidos, a todo costo	M2	0,00	\$ 104.359,00	\$ 0			
<b>5</b>	<b>INSTALACIONES HIDRAULICAS</b>				<b>\$ 0</b>		<b>\$ 0</b>	

5.1	Sumistro e instalacion de tuberias hidraulicas incluye: todos los accesorios y elementos que se requieran para el buen funcionamiento de la bateria. (ducha, lavamanos, lavadero, sanitario y tanque de almacenamiento)	UND	0,00	\$ 218.353,00	\$ 0			
5.2	Construccion de Alberca a todo costo en ladrillo tolete. incluye lavadero, válvula de pozo , pañete impermeabilizado y esmalte en cemento gris en su interior	UND	0,00	\$ 342.521,00	\$ 0	0,00	\$ 0	
<b>6</b>	<b>PAÑETES</b>				<b>\$ 378.194</b>		<b>\$ 5.672.913</b>	
6.1	Pañete sobre muros a todo costo	M2	15,37	\$ 24.606,00	\$ 378.194	230,55	\$ 5.672.913	
<b>7</b>	<b>INSTALACION SANITARIA</b>				<b>\$ 80.863</b>		<b>\$ 1.212.945</b>	
7.1	Suministro e instalacion de tuberias pvc sanitaria incluye : tuberias de D=4"(8 metros), 4" tuberia perforada ( 4metros) y 2"(9 metros) y todos los accesorios necesarios para el buen funcionamiento de la bateria sanitaria.	UND	0,00	\$ 568.565,00	\$ 0	0,00	\$ 0	
7.2	Instalacion combo sanitario incluye: sanitario, lavamanos, ducha y juego de incrustaciones.	UND	1,00	\$ 80.863,00	\$ 80.863	15,00	\$ 1.212.945	
<b>8</b>	<b>SUMINISTROS</b>				<b>\$ 449.450</b>		<b>\$ 6.741.750</b>	
8.1	Suministro de tanque plastico agua potable de 500lts.(Incluye accesorios)	UND	1,00	\$ 157.950,00	\$ 157.950	15,00	\$ 2.369.250	
8.2	Suministro combo sanitario incluye: sanitario acoples para sanitario, para lavamanos y juego de incrustaciones.	UND	1,00	\$ 291.500,00	\$ 291.500	15,00	\$ 4.372.500	
<b>9</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION CARPINTERIA METALICA</b>				<b>\$ 483.750</b>		<b>\$ 7.256.250</b>	
9.1	Suministro e instalacion de puerta metalica de 0.8x2.0 Mts, en lamina Cal. 20	UND	1,00	\$ 249.375,00	\$ 249.375	15,00	\$ 3.740.625	
9.2	Suministro e instalación de puerta metalica de 0.6x2.0 Mts, en lamina Cal. 20	UND	1,00	\$ 234.375,00	\$ 234.375	15,00	\$ 3.515.625	
<b>10</b>	<b>INSTALACION ENCHAPES A TODO COSTO</b>				<b>\$ 816.999</b>		<b>\$ 12.254.984</b>	
10.1	Enchape sobre Muro	M2	15,37	\$ 45.213,00	\$ 694.924	230,55	\$ 10.423.857	

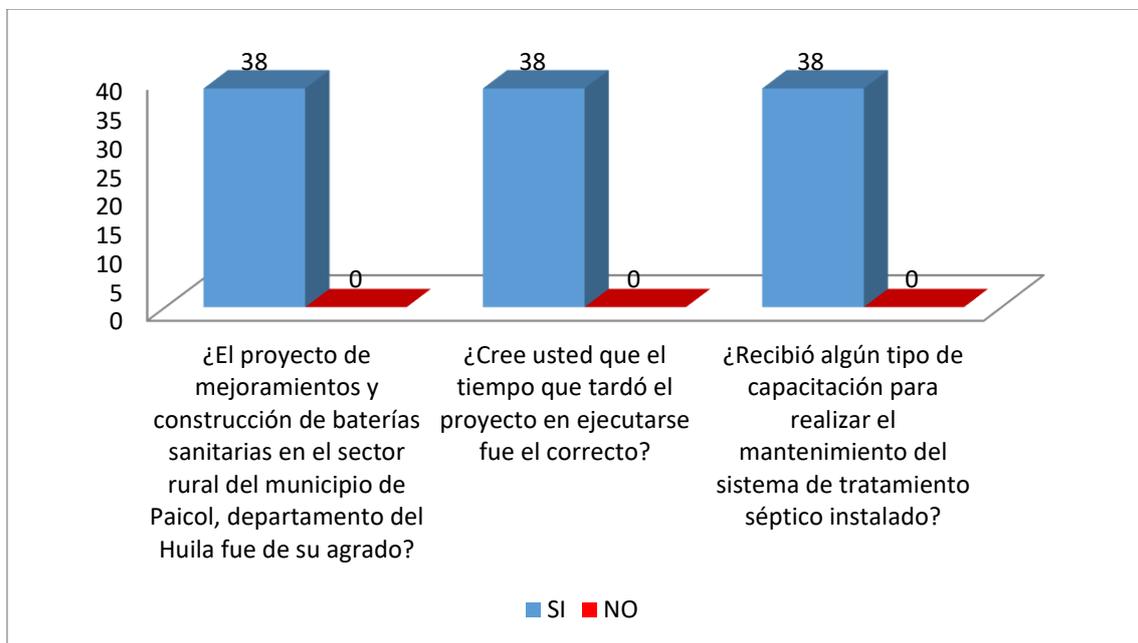
10.2	Enchape de Piso	M2	2,70	\$ 45.213,00	\$ 122.075	40,50	\$ 1.831.127	
<b>11</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION SISTEMAS DE TRATAMIENTO</b>				<b>\$ 0</b>			
11.1	Suministro de los tanques ( tanque septico plastico de 1000 lts, trampa de grasas de 105 lts, filtro anaerobio de 1000 lts) para el sistema de tratamiento de aguas servidas incluye: todos elementos necesarios para el buen funcionamiento y puesto en marcha.	UND	0,00	\$ 1.141.120,93	\$ 0			
11.2	Instalación tanques ( tanque septico plastico de 1000 lts, trampa de grasas de 105 lts, filtro anaerobio de 1000 lts, incluye gravilla) para el sistema de tratamiento de aguas servidas incluye: todos elementos necesarios para el buen funcionamiento y puesto en marcha.	UND	0,00	\$ 225.477,00	\$ 0			
11.3	Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	0,00	\$ 28.756,00	\$ 0			
11.4	Suministro e instalación de material del campo de infiltración con piedras limpias de diametro entre 10mm y 60 mm.	M3	0,00	\$ 104.000,00	\$ 0			
<b>COSTOS DIRECTOS</b>								<b>\$ 33.138.841,95</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 25%</b>								<b>\$ 8.284.710,49</b>
ADMINISTRACION 17%							\$ 5.633.603,00	
IMPREVISTOS 3%							\$ 994.165,00	
UTILIDAD 5%							\$ 1.656.942,00	
<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>								<b>\$ 41.423.552,44</b>
INTERVENTORÍA TECNICA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA - 7%								\$ 2.899.649,00
<b>VALOR TOTAL PROYECTO</b>								<b>\$ 44.323.201,00</b>

Fuente: Alcaldía de Paicol-Aguas del Huila

**\*El enchape a todo costo cubrirá enchapado del piso de ducha y área de sanitario.**

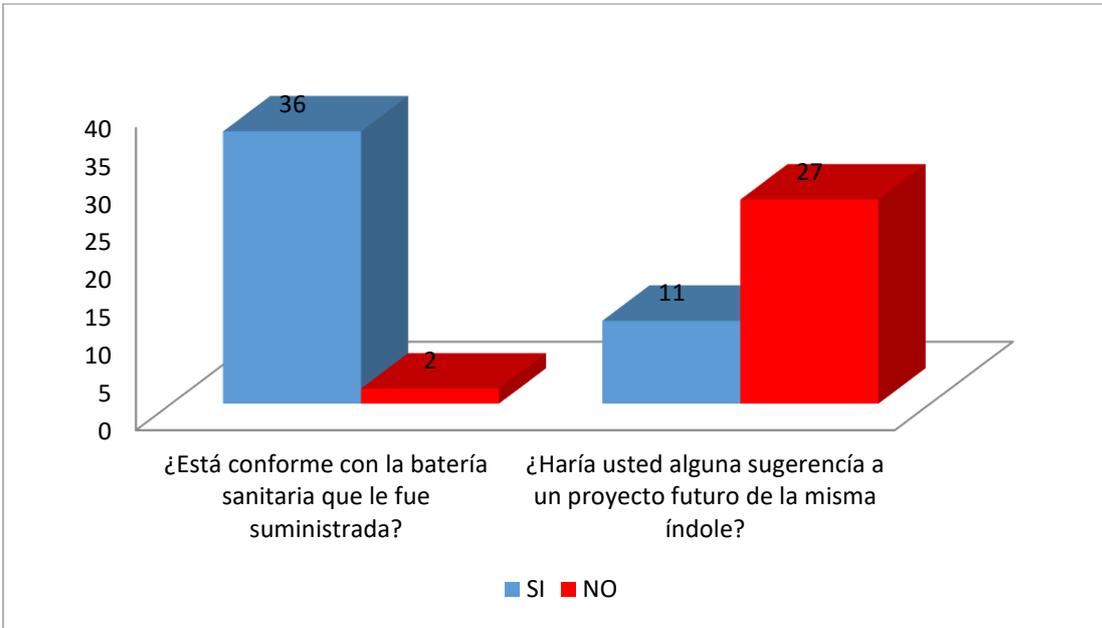
## 7. Resultados

Con el fin de medir los resultados obtenidos, luego de la ejecución del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el área rural del municipio de Paicol; se aplicó una encuesta con varias preguntas donde se midió el nivel de satisfacción y el mejoramiento de las condiciones de salubridad percibidos por todos los beneficiarios de este proyecto. A continuación, se muestran los resultados:



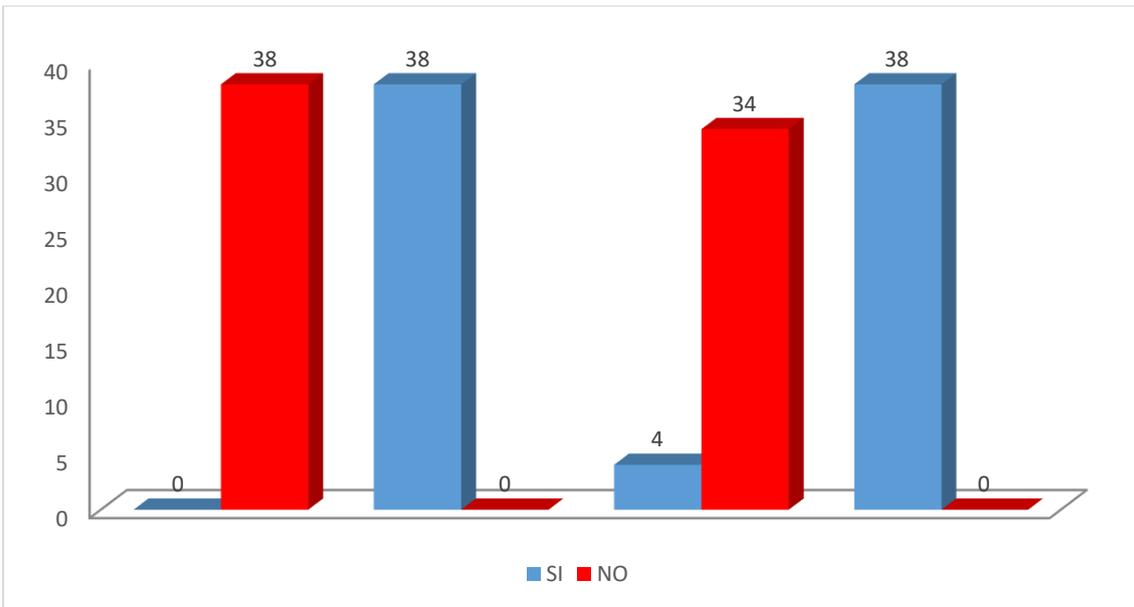
**Gráfico 6. Resultado de encuesta de satisfacción del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**

En este caso para el 100% de los encuestados fue satisfactorio el proyecto, además de opinar que el tiempo de desarrollo del mismo fue el adecuado, están satisfechos con la capacitación realizada sobre el correcto manejo y funcionamiento de los sistemas de tratamiento séptico instalado.



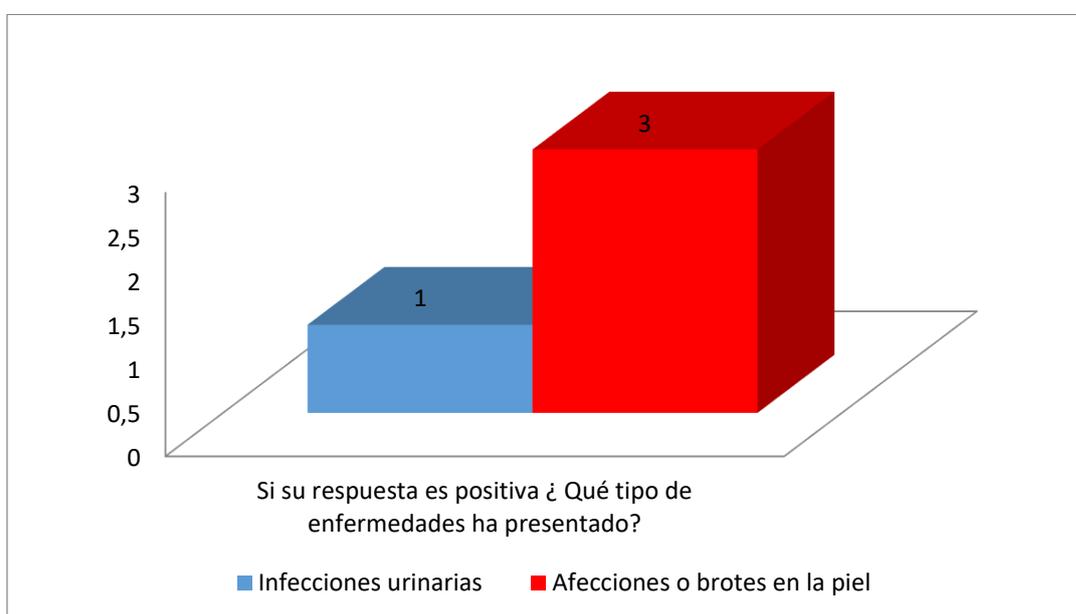
**Gráfico 7. Resultado de encuesta de satisfacción del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**

En esta parte de la encuesta se indaga por las sugerencias o insatisfacciones frente al proyecto, las cuales se vieron relacionadas únicamente con el diseño de las baterías sanitarias, en específico acerca de los acabados estéticos, los cuales no eran cubiertos por el proyecto. Más del 90% de los encuestados manifestó su satisfacción con la entrega de las baterías sanitarias.



**Gráfico 8. Resultado de encuesta de percepción del mejoramiento de condiciones de salubridad del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**

En el gráfico 8, se evidencia que las baterías sanitarias no han presentado ningún defecto, además que las personas beneficiadas consideran en un 100% haber visto mejoramiento en su calidad de vida con la instalación o adecuación de estas baterías sanitarias, en un rango de tiempo de 5 meses después de finalizada la obra; en cuanto a enfermedades presentadas por temas de salubridad, el porcentaje de estas disminuyó notablemente: ya que en la etapa diagnóstica, se encontró que 21 de las 38 familias aseguraron haber presentado problemas de salud. Luego de la intervención, este número bajo a 4 familias, como se puede observar en el gráfico 9.



**Gráfico 9. Resultado de encuesta de percepción del mejoramiento de condiciones de salubridad del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**

Por otro lado se hizo de nuevo la revisión de las pruebas de agua (ver anexo G) realizadas por la secretaria de salud departamental del Huila, a la zona rural del municipio de Paicol, luego de culminado el proyecto; en donde el agua de las quebradas EL POIRA, EL TIGRE y SALERO (ver su ubicación en el mapa, Anexo H) pasan de ser INVIABLE SANITARIAMENTE (totalmente contaminadas), a ser de RIESGO ALTO (ver Anexo E en archivos anexos), además de mejorar ciertas características físico químicas como el color aparente y la turbiedad, que pasaron de ser NO ACEPTABLE a ser ACEPTABLES; en lo que se evidencia una leve descontaminación de las aguas en la zona rural. Antes de tomar la muestra de

agua para el análisis, se tuvo en cuenta las condiciones climáticas de la zona, para que estas no afectaran los resultados obtenidos. Estos resultados se podrían mejorar ya que este proyecto abarcó solo el 10% de la población necesitada, más de 140 familias están a la espera de ser beneficiadas en este tipo de proyecto. Por tal motivo sería de gran importancia seguir invirtiendo en el mejoramiento de las condiciones de vida de las personas de este municipio.

En la tabla 6, se comparan los resultados obtenidos durante el diagnóstico y después del mejoramiento e instalación de las baterías sanitarias.

**Tabla 6. Tabla resumen de estudios de agua antes y después de la realización del proyecto baterías sanitarias Paicol-Huila.**

FECHA DE MUESTRA	11/09/2017		20/03/2018		
	% IRCA	RIESGO	QUEBRADA	% IRCA	RIESGO
La mesa	98,06	Inviabile sanitariamente	EL TIGRE	70,96	ALTO
San Matías	98,06	Inviabile sanitariamente	SALERO	70,96	ALTO
El chaparro	98,06	Inviabile sanitariamente	EL TIGRE	78,70	ALTO
Matanzas	98,06	Inviabile sanitariamente	EL POIRA	70,96	ALTO

En la tabla anterior se pueden observar los resultados del índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA) al empezar y al finalizar el proyecto. Aunque las muestras de agua fueron tomadas en diferentes meses del año, ambas muestras se tomaron en periodo de verano; en los puntos concertados con la Secretaria distrital de salud, los cuales se consideran oficiales y representativos para la realización del control y la vigilancia del agua que es suministrada a la población. En estos resultados a pesar de que se evidencia una leve descontaminación las características físicas, químicas y microbiológicas, aun no cumplen con los parámetros del agua establecidos para consumo humano, por ende, representan un alto grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades

### 7.1. Resumen del seguimiento de la obra en Microsoft Project.

En la tabla 7, se comparan las fechas previstas de inicio y finalización del proyecto, además del presupuesto y su variabilidad con lo ejecutado.

Tabla 7. Tabla resumen de lo proyectado y ejecutado en la obra

Ítem	Previsto	Real	Variación
Fecha de inicio	11/09/2017	11/09/2017	0 días
Fecha de finalización	13/03/2018	13/03/2018	0 días
presupuesto	\$175.279.046	\$179.526.000	\$4.246.954

En la anterior tabla, se puede observar que las fechas estipuladas para el inicio y finalización de la obra previstas coinciden con lo ejecutado, lo que indica que a pesar de presentar retrasos en las actividades preliminares este tiempo logra recuperarse al transcurrir la obra y al final no alteran el cronograma previsto.

Por otro lado, se realizó el pago a todo costo de la construcción de la batería sanitaria. Sin embargo, se evidencia una variación del costo fijo y el costo real de \$4.246.954 en costos directos (ver Anexo L), estos sobre costos son atribuibles al incremento en el costo del transporte de los materiales ya que debido a los retrasos generados durante la primera fase de ejecución del proyecto se contrató una volqueta adicional para realizar la entrega de estos y así evitar retrasos en la entrega de la obra. Estos sobre costos se ven reflejados en cada actividad realizada ya que en el análisis de precios unitarios cada actividad tiene el transporte incluido.

A pesar, de haberse generado este sobre costo al ejecutarse la obra no se generan pérdidas al contratista del proyecto, ya que estos sobre costos están dentro de lo asignado para el ítem de imprevistos de obra.

Todo lo afirmado anteriormente, se puede observar con más detalle en la programación de seguimiento de obra realizada en Microsoft Project. (Ver Anexo J)

## Conclusiones

La propuesta del mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el área rural dispersa del municipio de Paicol-Huila, fue recibida con gran aceptación por la comunidad. Se realizó un diagnóstico a la comunidad, como se evidencia en los resultados de la encuesta diagnóstica y de satisfacción; encontrando que la puesta en marcha de este proyecto era una necesidad urgente, esto por las pésimas condiciones de saneamiento básico de estos hogares, además de los resultados negativos en las pruebas de agua que realiza el municipio. Para la selección de los beneficiarios de este proyecto se consideró: la ubicación en la zona rural, certificados de propiedad de la tierra y un puntaje bajo en el SISBEN. Los postulados que no cumplían con los requisitos, fueron dejados en lista de espera.

La segunda etapa expone el proceso constructivo de las baterías sanitarias con sistema de tratamiento séptico para la zona rural de Paicol, en donde se evidencia claramente todas las especificaciones técnicas; además de la puesta en marcha. Cabe anotar que la construcción de estas baterías sanitarias se hizo de acuerdo con los manuales de Proyecto Tipo del Departamento Nacional de Planeación, garantizando óptimas condiciones constructivas, razón por la cual la verificación solo se realizó de forma visual en toda la instalación hidráulica y en el flujo del caudal, para verificar su funcionamiento.

Se realizó el seguimiento de obra con la ayuda de Microsoft Project versión evaluación (ver anexo J), en el cual se puede evidenciar que a pesar de presentarse retrasos en las actividades preliminares este tiempo logra recuperarse al transcurrir la obra y al final no alteran el cronograma previsto. Por otro lado, las cantidades del material utilizado fue el calculado en el presupuesto de obra. Adicionalmente, se presenta un incremento de \$4.246.954 en los costos directos que son atribuibles al incremento en el costo del transporte de los materiales. Sin embargo, este sobrecosto está dentro de lo asignado para el ítem de imprevistos de obra, por lo que se concluye que los materiales y recursos previstos fueron suficientes para desarrollar el proyecto.

Con el fin de evaluar los resultados de la obra, se realizó una encuesta final de satisfacción en donde se evidenció la conformidad con las obras realizadas, expresando sugerencias únicamente en algunos detalles de los diseños del mismo, lo cual tiene que ver con los acabados estéticos del proyecto, los cuales no eran cubiertos por el presupuesto; además, de una encuesta de percepción del mejoramiento de la salubridad, en donde los beneficiarios aseguran que estas baterías sanitarias no han presentado ningún inconveniente técnico o físico, lo que ratifica la calidad de la obra.

Con relación a las condiciones de salubridad, se evidencia un mejoramiento significativo, ya que en la etapa diagnóstica se encontró que 21 de las 38 familias presentaban problemas de salud y luego de la intervención, este número bajó a 4 familias afectadas con cuadros de infecciones urinarias y brotes en la piel. La permanencia de estas complicaciones, se atribuyen a otras causas de contaminación de las fuentes hídricas de la zona, como el vertimiento de desechos tóxicos naturales de los animales o artificiales derivados de la ganadería y de otras actividades económicas, ya que la zona rural del municipio no cuenta con sistema de alcantarillado.

Los resultados de las pruebas de agua realizadas por el municipio después de la instalación y el mejoramiento de las baterías sanitarias, reflejaron una mejora en la calidad de la misma para la zona rural: pasando de ser INVIABLES SANITARIAMENTE, a pasar a ser de RIESGO ALTO, además del mejoramiento de las características físico químicas como el color aparente y la turbiedad que pasaron de ser NO ACEPTABLES a ser ACEPTABLES; aunque los desechos humanos son altamente tóxicos, solucionado una parte del problema de la disposición de un 10% de la población rural, se siguen presentando zonas donde aún no se tiene tratamiento de los mismos, además de existir otras fuentes importantes de contaminación hídrica.

## Recomendaciones

En el sistema de tratamiento de pozo séptico, a los dos últimos tanques (tanque de 1000 y tanque anaerobio) se agregaron dos baldes de estiércol de vaca fresco diluido en agua ( se llenan los tanques hasta cierta cantidad y se disuelve el residuo), esto con el fin de crear microorganismos complementarios para que al momento de que en dichos tanques caigan los desechos humanos y los microorganismos con los que estos viene, realicen una mejor descomposición de la materia orgánica existente en los tanques; pues si se trabaja solamente con los microorganismos de los desechos humanos, será más lenta la descomposición de la materia y por ende se presentaran malos olores que pueden afectar la salud. A nivel técnico, se recomienda realizar estudios con ayuda de la Universidad Surcolombiana, en donde se pueda corroborar este tipo de alternativa.

A nivel general se recomienda continuar con el proyecto para los hogares faltantes, ya que este tipo de adecuaciones y construcciones contribuyen a mejorar notablemente la calidad de vida por medio del mejoramiento del nivel de salubridad sanitaria de las personas, además de disminuir en gran medida la contaminación de las fuentes hídricas, sin dejar de reconocer que existen también otras fuentes de contaminación de las mismas. Este proyecto abarca solo el 10% de la población rural, cuando esta representa más del 50% del total de la población del municipio, según cifras de la ficha de caracterización municipal del DNP (2017).

## Bibliografía

- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2011). *Política Distrital de Salud Ambiental*.
- CAR. (1986). *Tratamiento de excretas*.
- Castro, A. M. (2005). *Análisis comparativo de los servicios necesarios dentro de los sanitarios que forman parte de los lobby bar en hoteles en la ciudad de Puebla, México*. Puebla, México: UDLAP Bibliotecas.
- Comision Nacional Mexicana del Agua. (2010). *Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente*.
- DANE. (2005). *Gran Censo Nacional*.
- DANE. (2015). *Valor agregado municipal y per capita*.
- DANE. (2017). *Demografía y Poblacion*.
- Davila, C. C. (1995). *La calidad del servicio*. México: Panorama Editorial.
- DNP. (2014). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*.
- DNP. (2014). *Documento CONPES 3810: Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural*.
- DNP. (2015). *CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS CON SANEAMIENTO BÁSICO PARA VIVIENDA RURAL DISPERSA*.
- DNP. (2015). *Proyecto Estandar de Construccion de Unidades Sanitarias con Saneamiento Basico para Vivienda Rural Dispersa* .
- DNP. (2017). *Ficha de caracterizacion territorial*.
- Donangelo, K. (2005). *Comtemporary Asians Kitchens And Dining Rooms* .Singapore: Pariplus Edition.
- EPM. (2017). *Normas y Especificaciones Generales de Construcción*.
- Guerra, E. E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili , Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*.
- Harper, G. E. (2003). *Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios: hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, gas, eléctricas y alumbrado*. México: Noriega Editores.
- ICBF; DPS; Mintrabajo. (2015). *Beneficiarios de programas*.
- RAE. (2018). *Diccionario Español de Ingeniería*.

Rodriguez, P. (2011). *ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LAS AGUAS SERVIDAS EN ZONAS RURALES DE LA IV, VI Y RM DE CHILE Y PROPOSICIÓN DE UN SISTEMA SUSTENTABLE PARA SU TRATAMIENTO*. U de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

SISBEN. (2017). *¿ Qué es el SISBEN?* Obtenido de <https://www.sisben.gov.co/sisben/Paginas/Que-es.aspx>

## Anexos

### Anexo A. Estado baterías sanitarias zona rural de Paicol, Huila.



**Batería sanitaria vereda San Miguel.**



**Baño sin sanitario vereda Alto San Miguel.**



**Batería sanitaria vereda La Laja.**



**Batería Sanitaria vereda Las Mercedes.**



**Batería sanitaria vereda El Ocaso.**



**Visita preliminar a la intervención.**

**Anexo B. Formatos de encuestas realizadas a beneficiarios del proyecto de mejoramiento y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol departamento del Huila.**

	ALCALDÍA MUNICIPAL DE PAICOL N.I.T. 891180194-4 "Sí Podemos" SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y OBRAS PÚBLICAS Calle 4 No. 6-68, 2º Piso Tel.: 8378031 Ext.: 5009 – Cel.: 311 213 39 14 Código Postal: 415040 Web : <a href="http://www.paicol-huila.gov.co">www.paicol-huila.gov.co</a> E-mail : <a href="mailto:planeacion@paicol-huila.gov.co">planeacion@paicol-huila.gov.co</a>	CODIGO: GD-OF 04	Página 1 de 1
	<b>ENCUESTA</b>	VERSIÓN: 2 MECI	
		FECHA: 01/01/2016	

VEREDA:

1. ¿El proyecto de mejoramientos y construcción de baterías sanitarias en el sector rural del municipio de Paicol, departamento del Huila fue de su agrado? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
2. ¿Cree usted que el tiempo que tardó el proyecto en ejecutarse fue el correcto? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
3. ¿Aria usted alguna sugerencia a un proyecto futuro de la misma índole Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
4. ¿Qué tipo de sugerencia haría?
  - En el diseño de las baterías sanitarias
  - En la ejecución
  - En la mano de obra empleada
5. ¿Está conforme con la batería sanitaria que le fue suministrada? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
6. En caso de ser negativa su respuesta, ¿Por qué no está conforme?
  - Por qué el diseño de la batería no me gusto
  - Por qué se han presentado fallas en el sistema
  - Por qué el sistema de tratamiento séptico no es eficiente
7. ¿Recibió algún tipo de capacitación para realizar el mantenimiento del sistema de tratamiento séptico instalado? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre: Kelly Johana Cárdenas	Nombre: Samuel Cedeño Rojas	Nombre: Henry Durán Durán

	ALCALDÍA MUNICIPAL DE PAICOL N.I.T. 891180194-4 "Si Podemos" SECRETARIA DE PLANEACIÓN Y OBRAS PUBLICAS Calle 4 No. 6-88, 2º Piso Tel.: 8378031 Ext.: 5009 – Cel.: 311 213 39 14 Código Postal: 415040 Web : <a href="http://www.paicol-hulla.gov.co">www.paicol-hulla.gov.co</a> E-mail : <a href="mailto:planeacion@paicol-hulla.gov.co">planeacion@paicol-hulla.gov.co</a>	CODIGO: GD-OF 04	Página 1 de 1
	<b>ENCUESTA</b>	VERSIÓN: 2 MECI	
		FECHA: 01/01/2016	

VEREDA:

1. ¿Cuántas personas conforman su núcleo familiar?
  - 3 personas
  - Entre 3 y 6 personas
  - Más de 6 personas
  
2. ¿En su núcleo familiar hay menores de edad? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
3. ¿Cuántos menores de edad hay en su núcleo familiar? \_\_\_\_\_
  
4. ¿En su núcleo familiar hay adultos mayores de 60 años? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
5. ¿Cuántos adultos mayores de 60 años hay en su núcleo familiar? \_\_\_\_\_
  
6. Por qué motivo no cuenta con una batería sanitaria. en caso de contar con una, porque esta no cumple con el saneamiento básico.
  - Por falta de recursos monetarios
  - Por altos costos de acceso vial a la vivienda u/o vereda
  - Por la reciente construcción de la vivienda
  
7. En alguna ocasión se han presentado problemas de salud u/o enfermedades debido a la inexistencia o mal estado de la batería sanitaria?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
8. En caso de que su respuesta sea positiva, ¿qué tipo de enfermedades se han presentado?

NOBRE:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre: Kelly Johana Cárdenas	Nombre: Samuel Cedeño Rojas	Nombre: Henry Durán Durán

	ALCALDIA MUNICIPAL DE PAICOL N.I.T. 891180194-4 "Sí Podemos" SECRETARIA DE PLANEACIÓN Y OBRAS PÚBLICAS Calle 4 No. 6-68, 2° Piso Tel.: 8378031 Ext.: 5009 – Cel.: 311 213 39 14 Código Postal: 415040 Web.: www.paicol-huila.gov.co E-mail: planeacion@paicol-huila.gov.co	CODIGO: GD-OF 04	Página 1 de 1
	<b>ENCUESTA</b>	VERSIÓN: 2 MECI	
		FECHA: 01/01/2016	

1. ¿después de la construcción u/o mejoramiento de la batería sanitaria esta ha presentado algún tipo de daño? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
2. ¿considera usted que su calidad de vida y la de su núcleo familiar ha mejorado a partir de la construcción u/o mejoramiento de la batería sanitaria? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
3. Una vez realizada la construcción u/o mejoramiento de la batería sanitaria usted o algún miembro de su familia ha presentado enfermedades derivadas de una mala salubridad Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
4. si su respuesta es positiva ¿qué tipo de enfermedades ha presentado?
  - o Infecciones urinarias
  - o Nacidos, nunches
  - o Brotes
  
5. ¿considera que el nivel de salubridad suyo y de su familia mejoro después de la construcción u/o mejoramiento de la batería sanitaria?  
 Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre: Kelly Johana Cárdenas	Nombre: Samuel Cedeño Rojas	Nombre: Henry Durán Durán

### Anexo C. Estudio de aguas septiembre de 2017

**Anexo D. Cálculos hidrosanitarios y estructurales.**

**Anexo E. Planos de la construcción de baterías sanitarias área rural Paicol-Huila (archivo anexo)**

**Anexo F. Proceso de construcción baterías sanitarias terminadas área rural Paicol-Huila**



**Fachada en construcción baterías sanitarias área rural Paicol-Huila**



Fachada terminada baterías sanitarias área rural Paicol-Huila.



Fachada frontal batería sanitaria terminada área rural Paicol-Huila.



Pozos sépticos instalados para baterías sanitarias área rural Paicol-Huila.



**Proceso de construcción baterías sanitarias área rural Paicol-Huila.**



**Proceso de construcción baterías sanitarias área rural Paicol-Huila.**

Anexo G. Estudio de aguas marzo de 2018 para la zona rural del municipio de Paicol (ver archivo adjunto).

Anexo H. Mapa de ubicación de las quebradas y los beneficiarios del proyecto (ver archivos pdf).

Anexo I. Análisis de precios unitarios

Anexo J. Programación de la obra en Project.

Anexo K. Formato de acta de entrega de materiales a los hogares beneficiados para el mejoramiento y/o construcción de baterías sanitarias en la zona rural del municipio de Paicol-Huila.

BATERIAS SANITARIAS - NUEVAS			
CONSORCIO LOS ANGELES			
BENEFICIARIO:		CARLOS RODRIGO CABRERA	
VEREDA:		PARRA NEGRA	
CELULAR:		3163109377	
FECHA:		02 FEBRERO 2018	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	CEMENTO	Bultos	15 ✓
2	LADRILLO TOLETE	UNI	600 ✓
3	UNDAIS LARGA PARA PLACA	UNI	20 ✓
4	UNDAIS CORTA PARA PLACA	UNI	47 ✓
5	UNDAIS COLUMNAS	UNI	16 ✓
6	FLAJES	UNI	32 ✓
7	TUBO CONDUIT 1/2" x 3M	UNI	2 ✓
8	TUBO PRESION 1/2" x 6M	UNI	2 ✓
9	TUBO SANITARIO 2" x 6M	UNI	1 ✓
10	TUBO SANITARIO 4" x 3M	UNI	1 ✓
11	KAUC TERTINAL	UNI	1 ✓
12	KAUC BOLA	UNI	1 ✓
13	CASA 5800	UNI	1 ✓
14	CASA OCTAGONAL	UNI	1 ✓
15	TERTINAL 1/2"	UNI	4 ✓
16	CORDO 1/2"	UNI	6 ✓
17	TEE 1/2"	UNI	2 ✓
18	ADAPTADORES MACHO	UNI	5 ✓
19	ADAPTADORES HEMBRA	UNI	2 ✓
20	UNIONES 1/2"	UNI	1 ✓
21	CORDO SANITARIO 4"	UNI	1 ✓
22	CORDO SANITARIO 2"	UNI	4 ✓
23	SIFON COMPLETO 2"	UNI	1 ✓
24	TEE SANITARIA 2"	UNI	1 ✓
25	DRENA - MIXTO	M <sup>3</sup>	1.5 ✓
26	DRENA PEDA - PADETE	M <sup>3</sup>	1.5 ✓

RECIBO: Rodrigo Cabrer 2659699

Anexo L. variación de costos directos.