

PROPUESTA TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL, PARA TRATAMIENTO  
DE AGUA RESIDUAL GENERADA EN LA ESCUELA SANTA BÁRBARA DEL  
MUNICIPIO DE PUERTO NARE, ANTIOQUIA

Verónica Andrea Pérez Jaramillo

Wilmar Zora García

Trabajo de Grado para optar al título tecnólogo en saneamiento ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Programa de Tecnología en Saneamiento Ambiental

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente – ECAPMA

Medellín

2018

## Declaratoria De Originalidad

Agradezco Primero que todo a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto, haberme dado salud, perseverancia para lograr nuestros objetivos, además su infinita bondad y misericordia.

A mi familia y amigos por su apoyo, compañía y ánimo que me brindo durante el periodo de estudio.

A nuestros hijos que son la mayor motivación, por su paciencia y sacrificio por nuestra ausencia en los momentos que nos dedicamos al estudio y al trabajar.

A nuestros padres que a lo largo de toda la vida nos han apoyado y motivado por la superación académica, por su ejemplo de perseverancia.

Finalmente, a los docentes gracias por su enseñanza y dedicación en este proceso de formacion, y a la UNAD que nos abrió la puerta a nuestros objetivos y metas a través de sus programas académicos.

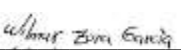
“La presente propuesta de trabajo de grado para optar al título de tecnólogo en saneamiento ambiental de la Universidad UNAD Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD”

Firmas:



---

VERONICA ANDREA PEREZ



---

WILMAR ZORA

## Contenido

Introducción .....	5
Descripción del problema .....	8
Justificación.....	9
Objetivos .....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos .....	10
Marco referencial .....	11
Marco geográfico .....	11
Geografía: .....	12
Ecología: .....	14
Especies animales y vegetales. ....	15
Fauna de Puerto Nare: .....	15
Flora de Puerto Nare:.....	15
Economía: .....	15
Vías de comunicación:.....	16
Mapa del municipio.....	17
Marco conceptual .....	18
Tanque séptico .....	18
Tratamiento biológico.....	18
Valor de uso .....	18
Valor de no uso .....	18
Marco legal.....	19
Tabla 1. Marco Normativo y Legal aplicable al proyecto .....	19
Metodología .....	27
Registro fotográfico. ....	28
Resultado del análisis del laboratorio .....	32
Resultados y discusión .....	34
Métodos de análisis del laboratorio .....	38
Parámetros fisicoquímicos identificados (ph, Temperatura.....	39
Potencial de hidrogeno tomado en el sitio de muestreo.....	39
Parámetros “in situ”. (PH, temperatura) .....	39
Centro educativo rural santa Bárbara.....	40
Tabla N°3. Técnica analizada y referencias por el Laboratorio Acuazul LTDA.....	40
Propuestas de tanques séptico y su cotización .....	41
Alternativa 1, roto plast .....	41

Alternativa 2, soluciones ambientales .....	51
Bibliografía .....	64

## **Introducción**

Con el presente proyecto se busca exponer los resultados de un trabajo de campo realizado en el Centro Educativo Rural Santa Bárbara ubicado en la Vereda Las Mulas del municipio de Puerto Nare, Antioquia, partiendo de un muestreo del agua residual de tipo doméstico que se genera en la institución educativa, los parámetros analizados fueron: Alcalinidad Total, DBO, DQO, Grasas y Aceites, Sólidos Suspendidos Totales - SST, Fosforo Total, Sólidos Sedimentables SS, teniendo en cuenta lo establecido por la norma en la Resolución 0631 de 2015, la cual obliga a cumplir los diferentes parámetros fisicoquímicos del agua residual antes de ser vertida a una fuente hídrica. El centro educativo cuenta actualmente con setenta y dos (72) estudiantes desde el grado preescolar hasta noveno grado, tres (3) profesores y cuatro (4) personas que atienden el restaurante escolar para todos los estudiantes y cuerpo de profesores, solo se estudia en una sola jornada de lunes a viernes de 7:00 a.m. hasta la 1:00 p.m., cuenta con patio amplio para recreo de los estudiantes, parque, tiene cuatro salones en los cuales dividen los alumnos de primaria y secundaria, cuenta con servicios de baños mujeres y hombres, servicio de pocetas las cuales el agua que se genera allí no están conectadas a ninguna red de tratamiento, van a un potrero sin ningún tratamiento, lo que ayudan a la propagación de insectos y mosquitos.

El Centro Educativo Rural Santa Bárbara cuenta con planta de tratamiento de agua propia la cual se obtiene con el programa Agua para la Educación de la Fundación EPM, posee un filtro de tratamiento de agua marca Skyhydrant, es un sistema de ultrafiltración que ofrece agua segura y sostenible a bajo costo, asegura la calidad física y microbiológica del agua cumpla los requerimientos establecidos en la normatividad vigente para el agua apta para el consumo humano del centro educativo, este filtro tiene la capacidad de tratar hasta 1000 litros por hora, lo que podría abastecer el consumo de agua segura y manipulación de alimentos hasta 800 personas

. Este filtro lo opera un estudiante que recibió la capacitación para realizar esta labor, la fuente de suministro de agua es subterránea y abastece de agua los dos tanques de almacenamiento elevados que cuenta la institución.

El centro Educativo Rural Santa Bárbara no cuenta con un tratamiento de agua residual, que se genera en la institución educativa que es vertida sin tratamiento alguno al Rio Magdalena, el proceso de investigación basado en el tratamiento de agua mediante el uso de tanques sépticos, se busca minimizar dicha contaminación de acuerdo a lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, la cual establece que los sistemas de tratamiento de agua residual deben de remover un 80% de la carga contaminante antes de ser vertida a la fuente hídrica, se realizaron toma de muestras al agua para comprobar que tipo de agua esta siendo vertida al rio Magdalena, de igual manera se propone un tratamiento de bajo costo, el cual por su funcionamiento y eficiencia se adaptará a las condiciones del sitio y mejorara las condiciones del agua que es vertida al río.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo de campo y el análisis de la información recomendamos instalar un sistema séptico integrado con Trampa de Grasa en fibra de vidrio con poliéster reforzado con superficie interior y exterior lisa, ya que es 100% higiénica y evita la formación de hongos y acumulación de lodos además cuenta con un cavado exterior en pintura poliéster, con estabilizantes a los rayos ultravioleta, de excelente desempeño en uso a la intemperie para aquellos casos en que quede expuesto las ventajas y garantías de este sistema son:

- Intemperie: Resistente a la intemperie y rayos UV
- Toxicidad: No contaminan el líquido que almacenan
- Térmico: Baja conductividad térmica
- Electricidad: Material no conductivo

- Vida útil: 30 años o más
- No se deforman con el tiempo. (Caso contrario a aquellos tanques en Polietileno que por estar enterrados tienden a presentar deformidades por desplazamiento de tierras)
- Cumple con la norma técnica colombiana para la construcción de tanques en fibra de vidrio.

Se pretende presentar una propuesta viable para las diferentes empresas, municipio, la Occi, Ecopetrol, Mansarrovar, y las diferentes fundaciones que facilitan los recursos para la financiación de los diferentes proyectos.

A continuación, se exponen los análisis del agua tomada para análisis de muestreo en el laboratorio Acuazul Ltda. y el diseño correspondiente sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas.

## **Descripción del problema**

La falta de disponibilidad del agua hace necesario diseñar modelos para aprovechar el recurso de agua residual con fines agroecológicos para obtener un óptimo aprovechamiento de las aguas residuales del Centro Educativo Rural Santa Bárbara, las cuales están generando vertimientos que van directamente a la fuente hídricas por la carga contaminante generada en la institución, no solo poniendo en riesgo la calidad del agua, sino que también la salud de la comunidad y el medio ambiente.

Es por ello que es posible garantizar las cualidades aprovechamiento, beneficios que puede tener en la agricultura y en la misma huerta escolar, permitiendo el uso y manejo del agua residual con el máximo aprovechamiento de las características fisicoquímicas que poseen.

Una de las principales causas de la contaminación de los diferentes cuerpos de agua es la cantidad materia orgánica que son vertimientos a las cuencas hídricas sin ningún tratamiento en ellos como resultado de las diferentes actividades antropogénicas.

El exceso de materia orgánica en el agua, principalmente nitrógeno y fósforo, genera un deterioro del recurso hídrico y en general de los ecosistemas acuáticos debido a la afectación de la calidad fisicoquímica del agua. Dicha contaminación es generada principalmente por las aguas residuales que no reciben un tratamiento adecuado dado que en la mayoría de los casos se necesitan sistemas de tratamiento eficientes para el manejo de las aguas residuales.



## **Justificación**

Este proyecto es de vital importancia para la conservación de la naturaleza, el bienestar de la salud de la persona y evitar sanciones (cierre) o multas por la mala disposición final de las aguas residuales generadas en la institución educativa, además de ser un proyecto modelo para comunidades aledañas a la institución por crear conciencia a los estudiantes del cuidado del medio ambiente.

El diseño de este sistema tratamiento de aguas residuales en el Centro Educativo Rural Santa Bárbara de la vereda Mulas del municipio de Puerto Nare, es con la prioridad de que esta cumpla con la normatividad ambiental vigente, previendo sanciones que posiblemente llevarían al cierre de la institución por no cumplir con la normatividad ambiental, lo que dejaría a los niños que allí estudian sin un lugar en donde se puedan capacitar para un futuro. También es importante, porque a corto plazo la implementación de sistema de tratamiento de agua residual ayudará al mejoramiento del medio ambiente y a la comunidad en general de este municipio, por los beneficios que traería la disminución de las cargas contaminantes y los impactos negativos que esto provoca al ser vertida a los cuerpos de agua sin recibir tratamiento alguno , protegiendo a si los recursos hídricos principalmente al río Magdalena a donde llegan las descargas de las aguas residuales que reciben todos los afluentes hídricos de esta localidad.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Presentar una propuesta técnica y económica en el centro educativo rural Santa Bárbara, de un sistema de tratamiento de agua residual.

### **Objetivos específicos**

1. Elaborar un diagnóstico del componente hídrico y sociocultural de la institución
2. Identificar la mejor alternativa para el tratamiento de las aguas residuales.
3. Determinar la viabilidad para la instalación del sistema de tratamiento.
4. Realizar un presupuesto económico del sistema de tratamiento, instalación y mantenimiento.
5. . Realizar capacitación educadores, alumnos y personas involucradas en el centro educativo, sobre uso y conservación del agua.

## **Marco referencial**

### **Marco geográfico**

Puerto Nare está ubicado en la subregión del Magdalena Medio. Limita con los municipios de San Luis, Puerto Berrio, Puerto Triunfo, Caracolí y San Carlos. Además, tiene como vecinos a los departamentos de Boyacá y Santander.

Su extensión es de 585.17 km<sup>2</sup> y cuenta en ellos con 23 veredas y tres corregimientos. Su erección como municipio se dio en el año de 1968, luego de 111 años de su fundación.

Esta tierra fue habitada por los indígenas Tahamíes, hacia los años de 1400, más exactamente con una tribu conocida como Palagua, liderada por el Cacique Nare, de aquí se explica el nombre del municipio.

La fuerte presencia de esta tribu, y la popularidad del Cacique Nare, fueron parte del obstáculo que tuvo que sortear el evangelizador español, San Luis Beltrán, quien casi muere envenenado en una ocasión por una indígena.

Puerto Nare ha sido desde épocas memorables, uno de los municipios más importantes del departamento, incluso del país. Por sus tierras pasó gran parte del progreso de Antioquia, así como por sus aguas entraron los viajeros de la costa atlántica, quienes arribaban al centro del país, a través del Río Magdalena.

En 1842 perteneció a la Provincia de Mariquita y en 1856 pasó a ser definitivamente del Estado Soberano de Antioquia. Sin embargo, con la construcción del Ferrocarril de Antioquia, parte del poderío se perdió, situación que en un momento lo llevó a pasar de distrito a corregimiento de Puerto Berrio.

Este último entonces pasó a ser el puerto fluvial más importante sobre el Río Magdalena. Sin embargo, la decadencia de la que se habla acerca de Puerto Nare, no fue total. Con el tiempo este territorio tuvo la suerte de contar con diferentes yacimientos calcáreos, marmóreos, petrolíferos y auríferos; situación que lo convertiría en uno de los principales centros industriales del Magdalena Medio colombiano. Motivo por el cual, la Asamblea Departamental de Antioquia le otorgó definitivamente el título de municipio, llamándolo La Magdalena.

Al asentamiento anterior de la industria Inmarco, posteriormente denominada Cementos del Nare y hoy Cemento Argos, llegarían Col carburo y la Texas Petroleum Company.

### **Geografía:**

Descripción Física: El Municipio de Puerto Nare está conformado territorialmente por la Cabecera Municipal, los Corregimientos La Sierra, La Pesca y La Unión, y por 23 veredas, Canteras, Caño Seco, Cominales, El Oro, El Paraíso, El Porvenir, Hoyo Rico, La Arabia, La Clara, La Esmeralda, La Mina, La Patiño, Las Angelitas, Los Limones, Los Delirios, Montecristo, Mulas, Peña Flor, Playas, Porvenir Río Cocorná, Santa Rita, Serranías y Tambores.

La ruta ideal para llegar hasta Puerto Nare, es la autopista Medellín - Bogotá, partiendo desde la capital antioqueña. Pasando por los municipios de Guarne, Marinilla, Santuario, y el

Corregimiento Doradal del municipio de Puerto Triunfo. Diez kilómetros después de este sitio a mano izquierda se encuentra la vía a Puerto Nare, conocida también como la Troncal de la Paz, la cual llega hasta la cabecera municipal. Son 220 kilómetros de recorrido.

Otra alternativa es tomar la vía que de Medellín conduce al municipio de Puerto Berrío. Pasando por los municipios de Copacabana, Girardota, Barbosa y Cisneros. Tres kilómetros antes del casco urbano de Puerto Berrio se encuentra el sector conocido como Las Flores. A mano derecha se toma la Troncal de la Paz, la cual conduce de igual forma a la cabecera municipal de Puerto Nare.

También se puede llegar al municipio de Puerto Nare a través de vía aérea en vuelo chárter, al aeropuerto de Cemento Argos - Planta Nare, ubicado en el corregimiento de La Pesca.

Límites del municipio: Puerto Nare está localizado en la subregión del Magdalena Medio Antioqueño. Limita al norte con los municipios de Caracolí y Puerto Berrio; por el oriente con los departamentos de Boyacá y Santander; por el sur con el municipio de Puerto Triunfo y al occidente con los municipios de San Luis y San Carlos.

Extensión total: 585.17 Km<sup>2</sup>

Extensión área urbana: 8 Km<sup>2</sup>

Extensión área rural: 577 Km<sup>2</sup>

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 125

Temperatura media: 27 a 36° C

Distancia de referencia: 220 Km de Medellín

## **Ecología:**

El municipio de Puerto Nare cuenta con los ríos Magdalena y Nare. Estos son los principales afluentes de la población. El primero de ellos bordea la cabecera municipal y el corregimiento de La Sierra; el segundo pasa por el corregimiento La Pesca. Ambos ríos son navegables y sirven de despensa pesquera para la comunidad Nareña.

Puerto Nare tiene, además, un innumerable sistema hídrico conformado por quebradas, cuencas y microcuencas. Así dentro de sus jurisdicciones posee fuertes atractivos turísticos.

Estos son algunos de los afluentes:

Quebrada Corales Quebrada El Edén

Quebrada La Cristalina

Quebrada El Pescado

Quebrada La Clara

Quebrada La Esperanza

Quebrada Balsamito

Quebrada La Posa del Diablo

Represa El Pescado

Represa El Galeón

Microcuenca La Soná

Microcuenca El Oro

Caño San Pablo

Ciénaga La India y sus humedales

Ciénaga La Montañita

Ciénaga La Patiño

Ciénaga La Suiza

### **Especies animales y vegetales.**

#### **Fauna de Puerto Nare:**

El chigüiro o yulo, la guagua, la tortuga de río en vía de extinción, tigrillo, rana dardo, blanquillo, nutria, azulejo, bagre sapo, boca chico, mapana, babilla, iguana, guácharo, mono aullador, mono cariblanco, morrocoy, capaz, pito, grillo topo, sinsonte, tarántula, oruga, raya de río, armadillo, gavián, loro, oso perezoso, guacamaya.

#### **Flora de Puerto Nare:**

Platanillo, curazao, bijao.

#### **Economía:**

El Municipio de Puerto Nare tiene dentro de sus principales renglones económicos, y en mayor escala: la ganadería, la pesca, el turismo y la comercialización del cemento, la caliza, el petróleo y la energía. En menor escala: se cuenta con la minería, la agricultura, y el comercio informal.

En cuanto a la ganadería, su producción se destaca en el bovino, con un desarrollo predominante del pasto nativo. En los últimos años la producción bufa lera se ha incrementado en la población.

En la explotación del oro, el municipio ofrece una minería de tipo aluvial, ubicada de forma puntual en algunas veredas.

En la parte agrícola, Puerto Nare se caracteriza por el cultivo de maíz, yuca, plátano, cacao y frijol. En este mismo renglón, también se debe tener en cuenta el cultivo de árboles frutales.

**Vías de comunicación:**

Aéreas: Aeropuerto privado ubicado en el corregimiento La Pesca

Terrestres: Autopista Medellín - Bogotá, desvío a la altura del municipio de Puerto Triunfo

Vía Medellín - Puerto Berrio, desvío a la altura del sector Las Flores

Fluviales: Río Magdalena desde cualquier puerto.



## Mapa del municipio

**Puerto Nare en Colombia**



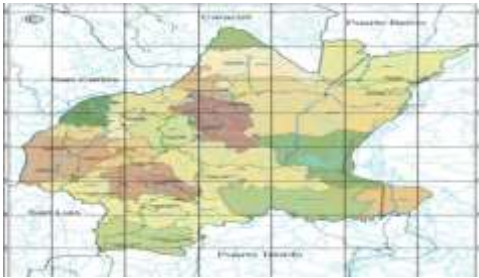
[http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709273](http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709273)

**Puerto Nare en Antioquia**



[http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709274](http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709274)

**Mapa físico de Colombia**



[http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709258](http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709258)

**Pueblo de puerto Nare**



[http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709220](http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709220)

**Mapas Políticos**



[http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709257](http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709257)

**Pueblo de Nare**



[http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709219](http://www.puertonare-antioquia.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1709219)

## **Marco conceptual**

### **Tanque séptico**

Es un sistema de tratamiento de aguas residuales que permite la sedimentación de sólidos, el material sedimentado que va al fondo forma una capa de lodos los cuales son retirados periódicamente. La velocidad de digestión aumenta respecto a la temperatura, las aguas retenidas en el tanque sufren transformaciones químicas. (Organización Panamericana de la salud, 2005).

### **Tratamiento biológico**

Es un tratamiento en el cual se eliminan sólidos no sedimentados, se estabiliza la materia orgánica por medio de la actividad de los microorganismos, que se alimentan de los diferentes compuestos que contaminan las aguas. (Formación Bureau Veritas, 2008).

### **Valor de uso**

Es aquel valor que expone los beneficios que nacen del uso de un recurso para el cual, generalmente existe un mercado. (Universidad Nacional, 2014).

### **Valor de no uso**

Se divide en dos tipos de valores; el valor de existencia es el que se le da a los recursos para no ser utilizados por razones éticas, culturales. El valor de legado o herencia es el que disfrutan los ambientes naturales como tradiciones culturales. (Universidad Nacional, 2014).

## Marco legal

**Tabla 1. Marco Normativo y Legal aplicable al proyecto**

NORMA	DESCRIPCION
<p style="text-align: center;"><b>Decreto 2811 de 1974</b></p>	<p>En este decreto es dictado por el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social. Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto: lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional. Las plantas de aguas residuales son una herramienta para ayudar a mantener y preservar el agua potable en nuestro entorno.</p>
	<p>En esta ley para la protección del Medio Ambiente establece:</p>

<p><b>Ley 9 de 1979</b></p>	<p>a) Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar u mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana. b) Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente. Para los efectos de aplicación de esta Ley se entenderán por condiciones sanitarias del ambiente las necesarias para asegurar el bienestar y la salud humana. Las normas de protección de la calidad de las aguas se aplicarán tanto a unas como a otras. Del control sanitario de los usos del agua. Para el control sanitario de los usos del agua se tendrán en cuenta las siguientes opciones, sin que su enunciación indique orden de prioridad. a) Consumo humano; b) Doméstico; c) Preservación de la flora y fauna; d) Agrícola y pecuario; e) Recreativo; f) Industrial; g) Transporte. El Ministerio de Salud establecerá cuales usos que produzcan o puedan producir contaminación de las aguas, requerirán su autorización previa a la concesión o permiso que otorgue la autoridad competente para el uso del recurso. El Ministerio de Salud queda facultado para establecer las características deseables y admisibles que deben tener las aguas para efectos del control sanitario. En la determinación de las características deseables y admisibles de las aguas deberá tenerse en cuenta por</p>
-----------------------------	--

	<p>lo menos, uno de los siguientes criterios: a) La preservación de sus características naturales; b) La conservación de ciertos límites acordes con las necesidades del consumo humano y con el grado de desarrollo previsto en su área de influencia. c) El mejoramiento de sus características hasta alcanzar las calidades para consumo humano y las metas propuestas para un conveniente desarrollo en el área de influencia. Todo usuario de las aguas deberá cumplir, además de las disposiciones que establece la autoridad encargada de administrar los recursos naturales, las especiales que establece el Ministerio de Salud. La descarga de residuos en las aguas deberá ajustarse a las reglamentaciones que establezca el Ministerio de Salud para fuentes receptoras</p>
<p><b>Decreto 1594 de 1984</b></p>	<p>Esta norma declara las condiciones y los compuestos permitidos del vertimiento de líquidos. Cuando quiera que el presente Decreto se refiera a recurso, se entenderá por tallas aguas superficiales, subterráneas y marinas, incluidas las aguas servidas. La sigla EMAR utilizada en el presente Decreto, corresponde a la entidad encargada del manejo y administración del recurso</p>
<p><b>Constitución política de Colombia</b> <b>1991 ART 79</b></p>	<p>Todas las personas tienen derecho a Gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e</p>

	<p>integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p>
<p><b>LEY 99/1993</b></p>	<p>“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”.</p>
<p><b>Ley 42 de 1993</b></p>	<p>El Control fiscal en su artículo 8: La vigilancia de la gestión fiscal del Estado se fundamenta en la eficacia, la economía, la eficiencia, la equidad, y la valoración de los costos ambientales, de tal manera que permita determinar en la administración, en un período determinado, que la asignación de recursos sea la más conveniente para maximizar sus resultados; que en igualdad de condiciones de calidad los bienes y servicios se obtengan al menor costo, que sus resultados se logren de manera oportuna y guarden relación con sus objetivos y metas. Así mismo, que permita identificar los receptores de la acción económica y analizar la distribución de costos y beneficios entre sectores económicos y sociales y entre entidades territoriales y cuantificar el impacto por el uso o deterioro de los recursos naturales y el medio ambiente y evaluar la gestión de protección, conservación, uso y explotación de los mismos.</p>

<p><b>Ley 142 de 1994</b></p>	<p>Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos. El objeto es garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y su disposición final para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios. Atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico.</p>
<p><b>Resolución 1096 de 2000</b></p>	<p>Por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico, RASII. Considera que corresponde al Ministerio de Desarrollo Económico, formular la política de gobierno en materia social del país relacionada con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos del agua potable y saneamiento básico y expedir resoluciones, circulares y demás actos administrativos de carácter general o particular necesarios para el cumplimiento de sus funciones; ARTICULO 86, ARTICULO 119 tratamiento y manejo de lodos. ARTICULO 121 Sistemas de instrumentación y control. ARTICULO 175Desinfección de los efluentes de las PTAR. El proceso de desinfección debe realizarse en el efluente de plantas de tratamiento de agua residual (PTAR), cuando este último pueda crear peligros para la salud de las comunidades</p>

aguas abajo de la descarga. El proceso de desinfección que se utilice debe seleccionarse después de la debida consideración de: caudal de aguas residuales a tratar; calidad final deseada de desinfección; razón de aplicación y demanda; el pH del agua que va a desinfectarse; costos del equipo y suministros y disponibilidad. ARTICULO 176 Manejo de lodos en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Todos los niveles de complejidad deben contemplar el manejo de lodos en su sistema de tratamiento de aguas residuales. Para esto, deben presentarse balances de masa de los procesos con los trenes de tratamiento de agua y lodos. Los efluentes líquidos del tren de lodos deben integrarse en los balances de masa del tren líquido. Además, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones: No deben descargarse dichos efluentes a cuerpos de agua superficiales o subterráneos. Los lodos primarios deben estabilizarse; se debe establecer un programa de control de olores; se debe establecer un programa de control de vectores. Además se debe hacer una caracterización de los siguientes parámetros en los lodos: sólidos suspendidos, sólidos totales, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo y metales; adicionalmente para el nivel alto de complejidad, cromo, plomo, mercurio, cadmio, níquel, cobre y zinc.

**ACCIONES PRIORITARIAS Y LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACION DEL PLAN NACIONAL DE MANEJO**



<p><b>CONPES 3177 de 2002</b></p>	<p>DE AGUAS RESIDUALES Este documento somete a consideración del CONPES las acciones prioritarias y los lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR) con el fin de promover el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de la Nación.</p>
<p><b>Decreto 3440 de 2004</b></p>	<p>ARTÍCULO 3°. Del cobro de la Tasa Retributiva. Las Autoridades Ambientales Competentes cobrarán la tasa retributiva por los vertimientos puntuales realizados a los cuerpos de agua en el área de su jurisdicción, de acuerdo a los Planes de Ordenamiento del Recurso establecidos en el Decreto 1594 de 1984 o en aquellas normas que lo modifiquen o sustituyan. Para el primer quinquenio de cobro, en ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso, las Autoridades Ambientales Competentes podrán utilizar las evaluaciones de calidad del recurso disponible. ARTÍCULO 2°. Modificase la siguiente definición contenida en el artículo 4° del Decreto 3100 de 2003: "Proyectos de inversión en descontaminación hídrica. Son todas aquellas inversiones cuya finalidad sea mejorar la calidad físico químico y/o bacteriológico de los vertimientos o del recurso hídrico. Incluyen la elaboración y ejecución de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. Igualmente, comprende inversiones en interceptores, emisarios finales y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas y, hasta un 10% del recaudo de la tasa podrá utilizarse para la</p>

	cofinanciación de estudios y diseños asociados a los mismos"
<b>Decreto 3930 2010</b>	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
<b>Resolución 0631 2015</b>	Por lo cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

## **Metodología**

El desarrollo de este proyecto se planteó siguiendo paso a paso los objetivos propuestos para lograr el tratamiento del agua residual procedente del centro educativo rural santa bárbara del municipio de puerto Nare que llega al rio magdalena contaminada , Se desarrolló la revisión bibliográfica, seguido de inspecciones en campo donde se realizó una serie de visitas para verificar qué tipo de viviendas se encontraban cerca a la institución, el estado de agua residual saliente de la institución y los vertimientos, se tomó registro fotográfico del punto . En el trabajo de campo se tomaron muestras de las aguas residual que llegan al rio magdalena en el punto de vertimiento, para analizar DQO, DBO<sub>5</sub>, Nitrógeno, SST, Fosforo, pH, Temperatura y coordenadas.

Informe muestreo de agua residual y recorrido en la institución Los días 18 y 19 de agosto se realizó visita centro educativo rural Santa Bárbara del Municipio de Puerto Nare Antioquia, con la autorización de Director de la UGAM Elkin Montoya.

## Registro fotográfico.



Se realizan apiques para buscar la dirección de la tubería que lleva el agua residual que genera el centro educativo al río Magdalena que se encuentra ubicado a unos 150 a 200 metros.



Se localiza un tanque subterráneo al cual llegan las aguas residuales las cuales según información de la comunidad aledaña tiene más de treinta años de haberse instalado, y que nunca se ha llegado a realizarle mantenimiento, el cual se investiga con los entes encargados de la parte ambiental del municipio, no tienen ninguna información al respecto de este, no tienen como mínimo los planos. Se observa el tanque con un alto grado de deterioro, sistema obstruido, rebosándose, agua presenta color negro con olor demasiado fuerte.



Se condiciona el lugar para realizar el muestreo de una forma segura y confiable. Por lo que se destapa el tanque y verificar como y donde se podía tomar la muestra.





El día 23 de agosto se realizó el muestreo en la institución educativa, en horas de la mañana. Se realizaron los parámetros de campo como fue PH, por comparación aplicando el reactivo rojo de fenol, y la temperatura se midió con termómetro de caratula, los demás parámetros son entregados por el laboratorio de control calidad ACUAZUL Ltda. Ubicado en la ciudad de Medellín.





Los recipientes utilizados para el muestreo fueron suministrados por el laboratorio, Porque cumplen con el proceso de esterilización y las muestras que requieren preservantes los frascos lo traen dentro donde le informan con una nota. Después de realizar el muestreo las muestras deben ser refrigeradas para conservar los para metros fisicoquímicos a medir y no tengan ninguna alteración con la temperatura en el transporte a la ciudad de Medellín.



Las muestras de las aguas recolectadas del punto de vertimiento fueron llevadas al laboratorio ACUAZUL LTDA, ubicado en la ciudad de Medellín donde se analizaron las muestras

### Resultado del análisis del laboratorio

Análisis	Técnica analizada	Referencia
<b>Alcalinidad total (mg CaCO<sub>3</sub>/L)</b>	Titulación	SM 2320 B
<b>DBO (mg/L)</b>	Test 5 días	Sm 5210 B, EPA 360.3
<b>DQO (mgO<sub>2</sub>/L)</b>	Colorimétrico – reflujo cerrado	SM 5220 D
<b>Grasas y aceites (mg grasas y aceites/L)</b>	Extracción soxhlet	SM 5220 D
<b>Sólidos suspendidos totales (mg SST/L)</b>	Gravimétrico	SM 2540 D
<b>Fosforo total (mg P/L)</b>	Ácido ascórbico	SM 4500 – P E

Tabla N<sup>o</sup> 2. Técnica analizada y referencias por el Laboratorio Acuazul LTDA.

Los resultados dados por el laboratorio Acuazul LTDA, (ANEXO 1) de las aguas analizadas de los seis puntos de vertimientos, fueron interpretados por la autora para conocer el tipo de agua que entra al Rio magdalena.

Anexo



**LABORATORIO DE SERVICIOS - ANALISIS DE AGUAS**  
**REPORTE DE ENSAYO FISICOQUIMICO AGUAS RESIDUALES Y CRUDAS**

FRT10-02F VER 06

Código: 2017082406  
 Fecha y hora de recepción: 24/08/2017 8:30

**INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE**

Estado del tiempo: Verano  
 Tipo de Muestra: Residual  
 pH (U. pH): 7,00  
 Cloro residual libre(mg/L):  
 Solicitado por: Wilmar Zora Garcia


Procedencia: PUERTO NARE  
 Fecha y hora de toma: 23/08/2017 12:20  
 Muestreado por: Wilmar Zora - Veronica Andrea Perez  
 Sitio de Muestreo: Escuela Santa Barbara

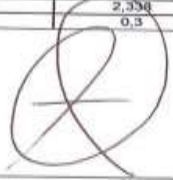
**Dirección:**  
**RESULTADOS**

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Titulación	SM 2320 B	492,5	25/08/2017
DBO (mg/l)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	116	29/08/2017
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	SM 6220 D	364	24/08/2017
Grasas y Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	SM 5520 D	15	26/08/2017
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	SM 2540 D	114	24/08/2017
Fósforo Total (mg P/l)	Acido Ascórbico	SM 4500-P E	2,336	25/08/2017
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Volumétrico	SM 2540 F	0,3	24/08/2017

**Observaciones:**

Los Métodos analizados son referencia de los Métodos Estándar Edición 23  
 Los resultados del presente informe son válidos solo para la muestra analizada  
 Por ningún motivo debe hacerse reproducción del presente informe sin la autorización de Acuazul Ltda.

  
**Ferny Velasco Garzón**  
 Analista Líder Físicoquímico  
 Tecnólogo Químico TQ-01691

  
**Carlos E. Rondón**  
 Coordinador de laboratorio  
 Químico PQ-05595

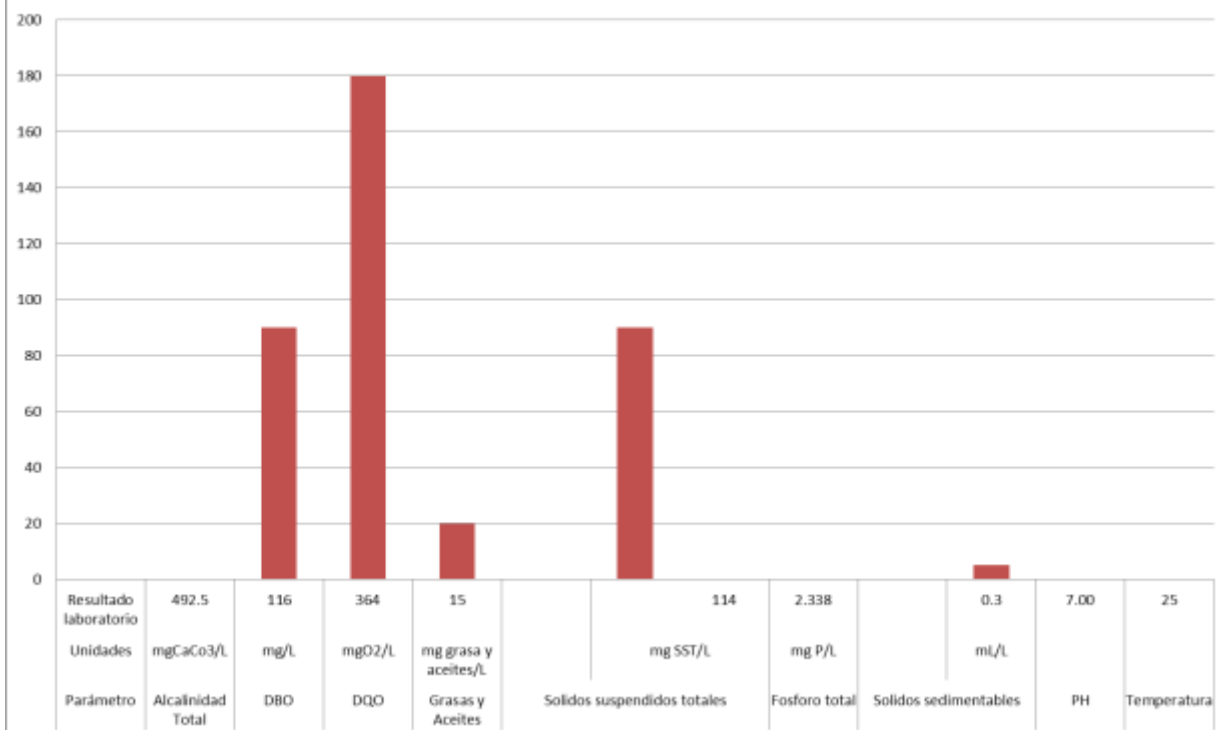
**FIN DEL INFORME**

## Resultados y discusión

Evaluación de las características del agua de residual que llegan de manera directa al Rio Magdalena.

Parámetro	Unidades	Resultado laboratorio	Valor máximo permisible resolución 631 2015
Alcalinidad Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	492.5	Análisis y reporte
DBO	mg/L	116	90
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	364	180
Grasas y Aceites	mg grasa y aceites/L	15	20
Solidos suspendidos totales	mg SST/L	114	90
Fosforo total	mg P/L	2.338	Análisis y reporte
Solidos sedimentables	mL/L	0.3	5
PH		7.00	6.00-9.00
Temperatura		25	

### Valor máximo permisible resolución 631 2015



De acuerdo a los resultados obtenidos de las muestras enviadas al laboratorio Acuazul Ltda.

Se puede concluir que de acuerdo a lo establecido por la norma resolución 631-2015, el centro educativo rural Santa Bárbara no cumple con el tratamiento adecuado de las aguas residuales del, donde se puede observar algunos parámetros están por encima del valor máximo permisible, el no cumplimiento de esta norma llegaría tener sanciones económicas al municipio y posible cierre del centro educativo, por vertimientos sin ningún tratamiento a las fuentes hídricas.

También se puede decir que el parámetro que se encuentra más elevado y por encima del valor máximo permisible es el DQO, que es la cantidad de oxígeno expresado en mg/l. consumido por las materias oxidables en las condiciones de ensayo, contenidas en 1 litro de agua. Esta refleja el consumo de oxígeno en la oxidación química de la materia orgánica.

El DBO para que al igual se encuentra fuera de los valores máximos permisibles, la demanda bioquímica de oxígeno se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aeróbica y anaeróbica, es por esto que este parámetro de polución sea tan utilizado en el tratamiento de las aguas residuales, ya que con los datos arrojados se pueden utilizar para dimensionar las instalaciones de tratamiento, medir el rendimiento de algunos de estos procesos.

Sólidos suspendido parámetro que también se encuentra por el valor máximo permisible, Los sólidos disueltos, materia orgánica e inorgánica, son invisibles por separado, no son sedimentables y globalmente causan diferentes problemas de

olor, sabor, color y salud, a menos que sean precipitados y removidos mediante métodos físicos y químicos.

Los parámetros grasas y aceites, fosforo, solidos sedimentables y PH, se encuentran dentro los valores máximos permisibles de la resolución 631- 2017.

Grasas y aceites: son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, las fuentes aportadoras de grasas y aceites son los usos domésticos, talleres automotrices y de motores de lanchas y barcos.

Fosforo: Elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales, uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas, el fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales.

Solidos sedimentables: La mayor parte de los contaminantes de aguas son sólidos, disueltos o suspendidos. En un concepto general, los sólidos se definen como materia que permanece como residuo después de someterse a evaporación de una muestra de agua a una temperatura de 105 ° C.

PH: El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno ( $H^+$ ). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos.

Alcalinidad total: Es la capacidad para neutralizar ácidos y constituye la suma de todas las bases titulables, muchas aguas de superficie depende primordialmente del contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suelen tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes.

## **Métodos de análisis del laboratorio**

Los métodos utilizados para la caracterización del agua que provenientes de la institución educativa Santa Bárbara y llega al río Magdalena fueron realizados por el laboratorio Acuazul Ltda., el cual se encuentra acreditado bajo la resolución IDEAM bajo la norma NTC ISO 17025 de 2005segun resolución No.3659, se ven en la tabla N° 2.

## Parámetros fisicoquímicos identificados (ph, Temperatura)

### Potencial de hidrogeno tomado en el sitio de muestreo

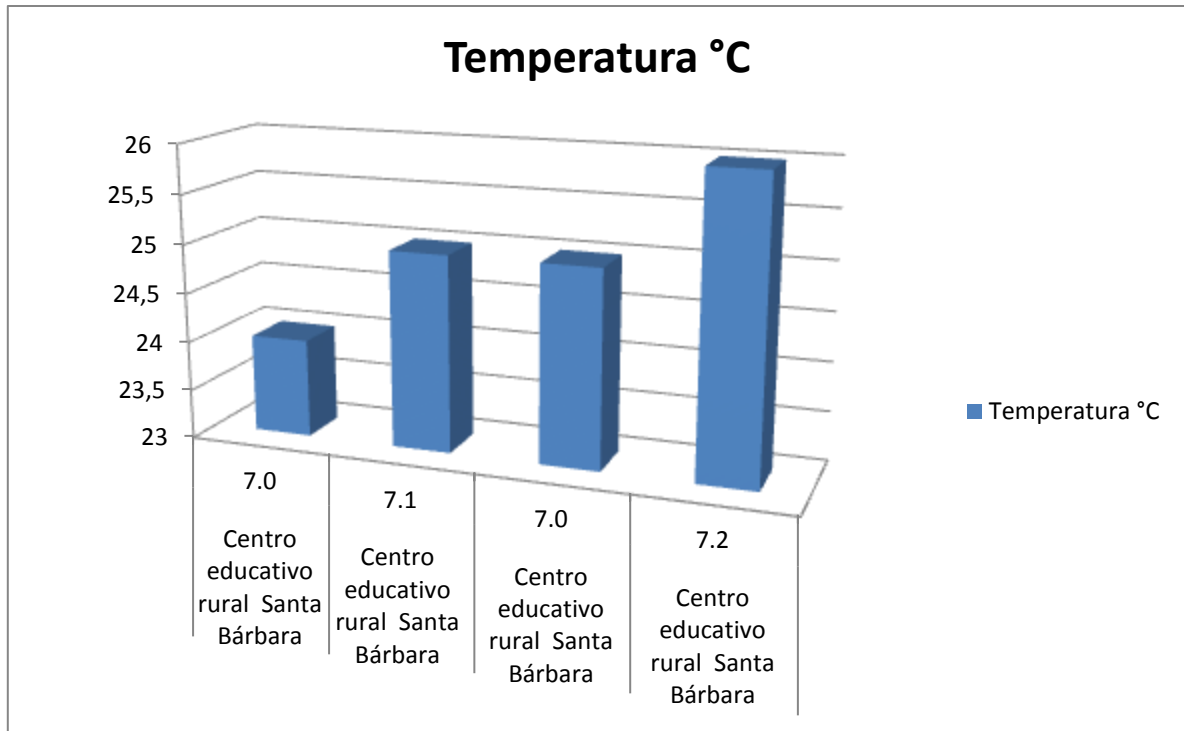
Se realizan varios análisis de PH y temperatura en el transcurso del muestreo obteniendo en horas de la mañana un PH básico y una temperatura poco variable, en horas de la tarde con el aumento de temperatura se observan cambios en el PH, esto debido también a que el centro educativo se encontraba en funcionamiento y le entran aguas de los distintos laboras como es el restaurante y el aseo de la institución.

### Parámetros “in situ”. (PH, temperatura)

Punto de vertimiento	pH	Temperatura °C
Centro educativo rural Santa Bárbara	7.0	24
Centro educativo rural Santa Bárbara	7.1	25
Centro educativo rural Santa Bárbara	7.0	25
Centro educativo rural Santa Bárbara	7.2	26

## Centro educativo rural santa Bárbara

Tabla N°3. Técnica analizada y referencias por el Laboratorio Acuazul LTDA





## Propuestas de tanques séptico y su cotización

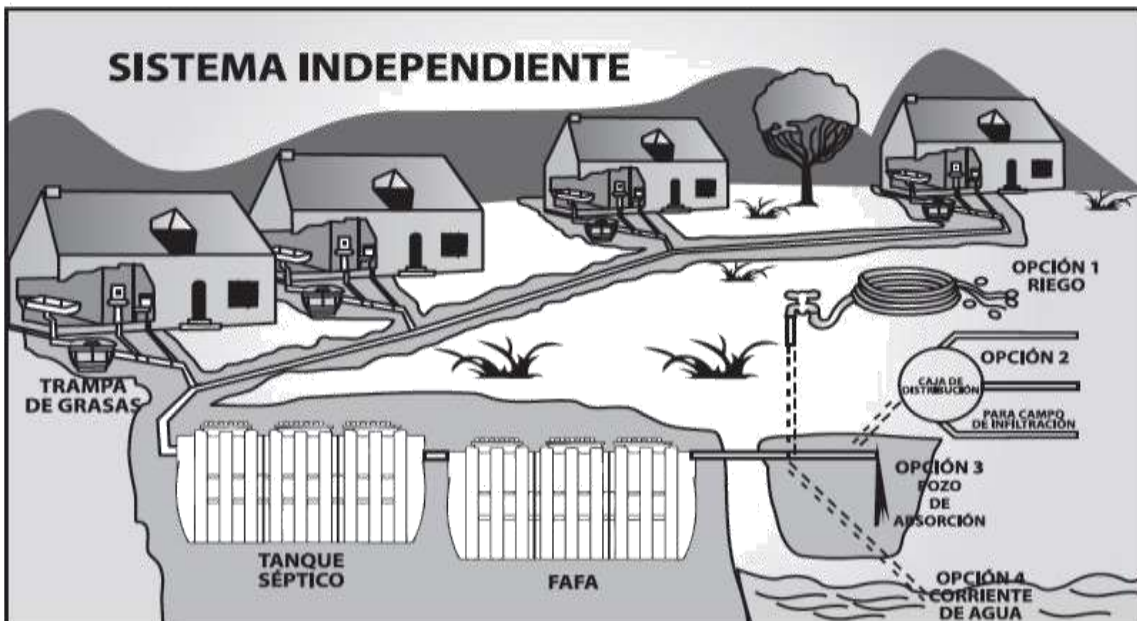
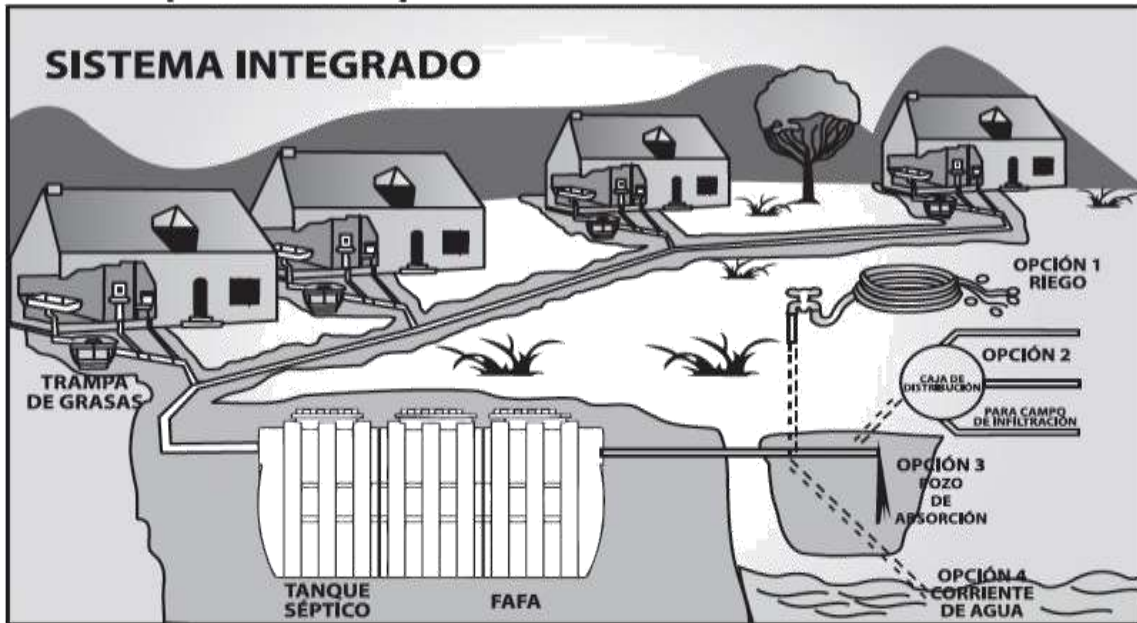
### Alternativa 1, roto plast

**Rotoplast**  
Rotomoldeo de productos plásticos



## SISTEMAS SÉPTICOS INTEGRADOS HORIZONTALES

La solución efectiva para el tratamiento de aguas residuales  
¡ Estamos comprometidos con el medio ambiente !



## SISTEMAS SÉPTICOS INTEGRADOS HORIZONTALES

Son tanques horizontales con refuerzos internos, fabricados con Polietileno Lineal de alta resistencia al impacto, dividido en su interior en cámaras que conforman el tanque séptico y el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

### TANQUE SÉPTICO

Es un recipiente o cámara cerrada, en donde se depositan temporalmente las aguas residuales domésticas provenientes de una o varias casas, de oficinas, porterías, escuelas, etc. Su tamaño, forma y la disposición de los tubos de entrada y salida, están diseñados para que las aguas residuales permanezcan en el tanque por lo menos 24 horas, con el fin de que se efectúen procesos bioquímicos y físicos mediante los cuales las bacterias anaerobias descomponen la materia orgánica convirtiéndola en gases, líquidos y sólidos que se separan dentro del tanque séptico por procesos de sedimentación y flotación, formando tres capas bien definidas: Una capa de lodos en el fondo; una capa flotante de natas y una capa intermedia líquida que es la que fluye hacia el filtro anaerobio a medida que entran las aguas residuales. Así las natas y los lodos van aumentando paulatinamente y por lo tanto se hace necesario retirar una parte de ellos periódicamente.

### FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE (FAFA)

El último compartimiento del SISTEMA SÉPTICO es el FAFA, el cual lleva el material filtrante que puede ser piedra o grava de 2 a 3" o material plástico (Rosetón) suministrado por ROTOPLAST S.A. El agua que sale del tanque séptico entra al filtro por el fondo y sube a través del lecho filtrante, el cual se cubre con un manto biológico que degrada la materia orgánica dejando el agua en condiciones de poderse utilizar para riego, infiltrar en el terreno teniendo en cuenta las condiciones de éste o verterla en algunas fuentes de agua.

*En la tabla N°1 aparecen los diferentes volúmenes de los sistemas y la cantidad de material filtrante que requieren.*

**Tabla N°1 CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS SÉPTICOS INTEGRADOS**

VOLUMEN TOTAL (LITROS)	TANQUE SÉPTICO VOLUMEN(LITROS)	FILTRO ANAEROBIO	
		Vol (lt)	N° de Rosetones
1650	1100	550	180
2000	1330	670	250
3000	2000	1000	370
5000	2500	2500	935
7500	5000	2500	935
10000	7500	2500	935
12500	7500	5000	1870
15000	10000	5000	1870
17500	12500	5000	1870
20000	15000	5000	1870
25000	15000	10000	3740
30000	20000	10000	3740
35000	25000	10000	3740
40000	25000	15000	5600
45000	30000	15000	5600
50000	35000	15000	5600

Si la capacidad del sistema séptico que se requiere es mayor, ROTOPLAST S.A. le recomienda utilizar una de las siguientes alternativas

- Sistemas Sépticos Integrados instalados en paralelo.
- Sistemas Sépticos Independientes instalados en serie con una relación de capacidad de 60/40 entre el tanque séptico y el FAFA, si utilizamos piedra o grava como lecho filtrante o 70/30 si utilizamos material plástico Rotoplast.

En las figuras N°4 y N°5 se muestran esquemáticamente los sistemas integrados y los independientes y en las tablas N°4 y N°5 se dan las diferentes medidas.

Para calcular la capacidad necesaria de un sistema séptico se sugiere basarse, a modo de orientación, en la siguiente información publicada por Empresas Públicas de Medellín(\*) referente a los caudales de aguas residuales.

**Tabla N°2**

ACTIVIDAD	FLUJO DE AGUA RESIDUAL (lt / persona / día)
Doméstica	150
Escuelas(Sin cafeterías, duchas, gimnasios)	50
Hoteles	95 (Por huésped)
Campamentos	30 (Sólo sanitarios)
Restaurantes	25 lt / comida servida / día
Inspección de Policía	100-250
Centro de salud	100-400
Estación de servicio de gasolina	10-30 lt/carro/día

**Diseño:**

$$V = N * D * 2 \quad (\text{Para lecho filtrante Rosetón plástico Rotoplast})$$

$$V = N * D * 2,2 \quad (\text{Para Grava})$$

Donde: V: Volumen total del sistema séptico

N: Número de personas

D: Dotación(150 lt/persona \* día para viviendas)

2 ó 2,2 : Factor de cálculo de Rotoplast S.A.

**Ejemplos:**

1. Para una familia de 5 personas ¿Qué volumen de sistema se requiere si utilizamos Rosetón plástico como lecho filtrante?

Usando la fórmula:  $V = 5\text{pers} * 150\text{lt/pers} * \text{día} * 2,0 = 1500$  litros.

Quiere decir que el SISTEMA SÉPTICO INTEGRADO DE 1650 lt se puede utilizar para viviendas de 5 habitantes o menos.

2. Para una escuela con restaurante para 100 alumnos ¿qué sistema séptico se requiere si utilizamos material Plástico para el fafa?

$$V = N * D * 2 - V = 100 \text{ alumnos} * 75 \text{ lt / alumnos / día} * 2 = 15.000$$

Recomendamos un sistema séptico integrado de 15.000 lt.

**NOTA:** En caso de usar Grava como lecho filtrante se usa el factor 2,2 y se requiere en este caso un sistema séptico integrado de 17.500 lt.



Los sistemas ya traen instalados los accesorios internos y sólo es necesario conectar la entrada y la salida y en algunos casos agregar el material filtrante que puede ser plástico o grava de 2 a 3"

## ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

### 1. TRAMPA DE GRASAS

Es un tanque de Polietileno de 105, 250, 500 litros o más con entrada y salida de 2", 3" o más y con accesorios dispuestos de tal forma que las grasas del lavaplatos se queden retenidas en la superficie por ser más livianas que el agua, evitando que pasen al tanque séptico.

En una construcción que apenas se inicia, la trampa de grasas se puede instalar al lado de la casa, recibiendo sólo el desagüe de la cocina. En una casa construida, deberá determinarse si la profundidad y la distribución de los desagües permiten su instalación.

### 2. CAJA DE DISTRIBUCIÓN

Fabricada con Polietileno Lineal, tiene como principal función, recibir el tubo de 4" que sale del SISTEMA SÉPTICO y repartir luego el caudal hacia las zanjas del campo de infiltración.

### 3. CAJA DE INSPECCIÓN Y MUESTREOS

Se ubica una antes del Tanque Séptico y otra después del FAFA, para el control por parte de las autoridades ambientales.

FIGURA N° 1  
TRAMPA DE GRASAS

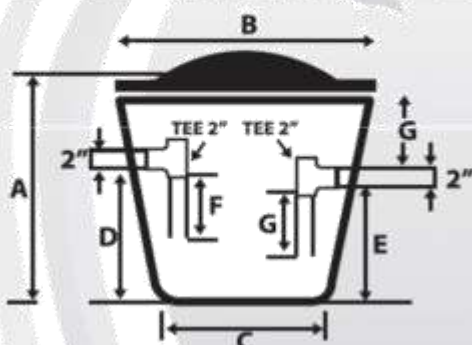
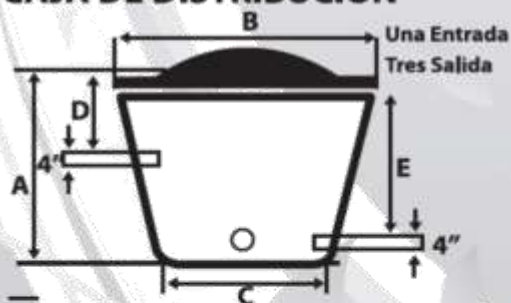


FIGURA N° 2  
CAJA DE DISTRIBUCIÓN



### 4. ACCESORIOS Y TUBERÍA DE PVC

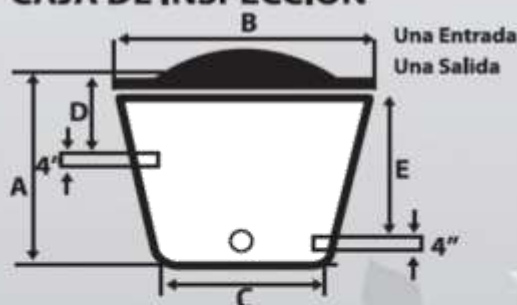
Los accesorios y la tubería pueden ser de calidad sanitaria. Normalmente se requieren los siguientes elementos:

- \* 2 Tee de 2" por cada trampa de grasas.
- \* Tubería de 2" y 4", la necesaria para la instalación externa del sistema.

TABLA N° 2: Medidas de Elementos Complementarios

MEDIDAS (cm)	TRAMPA GRASAS 105 Lt	TRAMPA GRASAS 250 Lt	CAJA DISTRIBUCION	CAJA INSPECCION
A	50	80	50	50
B	63	90	69	69
C	52	63	57	51
D	42	60	12	12
E	36	51	17	17
F	10	13	-	-
G	10	13	-	-
VOLUMEN	105 Lt.	250 Lt.	80 Lt.	80 Lt.

FIGURA N° 3  
CAJA DE INSPECCIÓN



## DISPOSICIÓN FINAL DEL EFLUENTE DEL SISTEMA

**OPCIÓN N°1: RIEGO:** El agua que sale del sistema ha sido transformada por las bacterias en Bioabono y por lo tanto puede utilizarse como riego para una huerta o un sembrado, para aprovechar su contenido de nutrientes. Es necesario tener en cuenta que no se deben regar directamente hortalizas que se consuman crudas.

**OPCIÓN N°2: INFILTRACIÓN EN EL TERRENO:** El agua se puede infiltrar en el terreno por medio de pozos de absorción o de campos de infiltración. En ambos casos se recomienda hacer una prueba de percolación para determinar las dimensiones del pozo y del campo de infiltración. Algunos prefieren forrar las paredes del pozo de absorción con piedras o ladrillos separados entre sí y sin poner ninguna pega. Sin embargo, este revestimiento puede ahorrarse si el hueco se hace en forma de cono. Puede ser necesario construir una viga de concreto alrededor del hueco para colocar una tapa para evitar accidentes.

**OPCIÓN N°3: CORRIENTE DE AGUA:** El agua se puede verter en un cuerpo de agua siempre y cuando no hayan captaciones de agua cercanas.

### ESQUEMAS

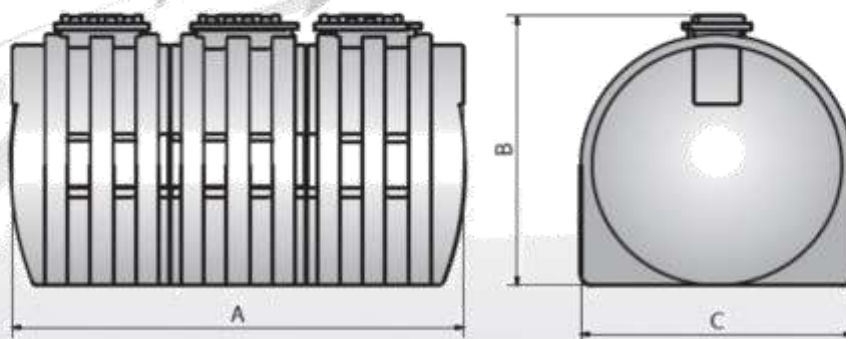
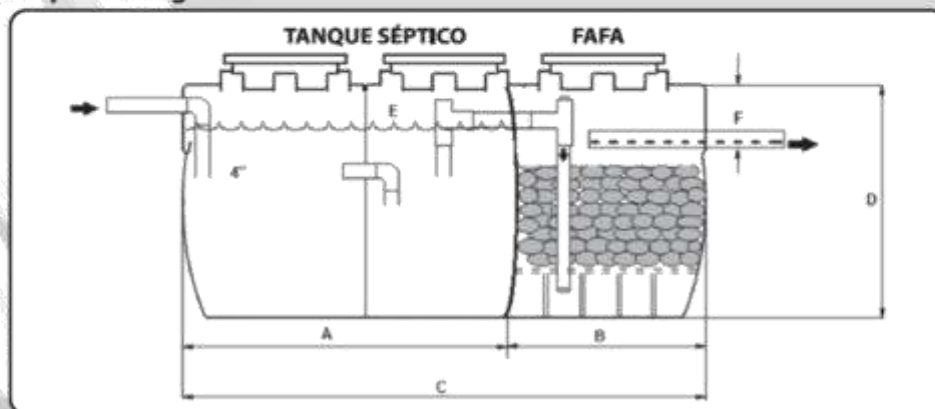


TABLA N° 3: Medidas de los Tanques

CAPACIDAD (Lts)	A	B	C
1,650	2,300	1,075	1,000
2,000	2,100	1,250	1,100
3,000	2,300	1,500	1,350
5,000	2,400	1,890	1,800
7,500	3,450	1,890	1,800
10,000	4,500	1,890	1,800
12,500	5,550	1,890	1,800
15,000	6,600	1,890	1,800
17,500	7,650	1,890	1,800
20,000	5,200	2,480	2,400
25,000	6,400	2,480	2,400
30,000	7,600	2,480	2,400
35,000	8,800	2,480	2,400
40,000	10,000	2,480	2,400
45,000	11,200	2,480	2,400
50,000	12,400	2,480	2,400

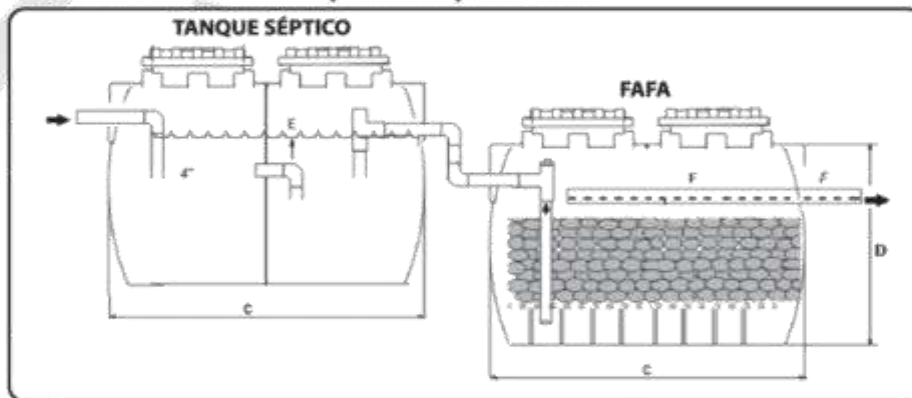
FIGURA N° 4  
Sistema Séptico Integrado



**TABLA N° 4:** Medidas de los Sistemas Sépticos Integrados

VOLUMEN TOTAL (Litros)	LONGITUD (C) Total (cm)	A(cm)	B(cm)	D(cm)	E(cm)	F(cm)
1650	230	139	91	107,5	15	20
2000	210	140	70	125	20	25
3000	230	139	91	150	20	25
5000	240	120	120	180	20	30
7500	345	225	120	180	20	30
10000	450	330	120	180	20	30
12500	555	330	225	180	20	30
15000	660	435	225	180	20	30
17500	765	540	225	180	20	30
20000	520	380	140	240	20	30
25000	640	380	260	240	20	30
30000	760	500	260	240	20	30
35000	880	620	260	240	20	30
40000	1000	740	260	240	20	30
45000	1120	740	380	240	20	30
50000	1240	860	380	240	20	30

**FIGURA N° 5 Sistema Séptico Independiente**



**TABLA N° 5:** Medidas de los Sistemas Sépticos Independientes

TANQUE SÉPTICO INDEPENDIENTE				TANQUE FAFA INDEPENDIENTE			
VOLUMEN TOTAL (Litros)	LONGITUD (C) Total (cm)	E(cm)	D(cm)	VOLUMEN TOTAL (Litros)	LONGITUD (C) Total (cm)	F(cm)	D(cm)
1650	230	15	107,5	1650	230	15	107,5
2000	210	20	125	2000	210	20	125
3000	230	20	150	3000	230	20	150
5000	240	20	180	5000	240	20	180
7500	345	20	180	7500	345	20	180
10000	450	20	180	10000	450	20	180
12500	555	20	180	12500	555	20	180
15000	660	20	180	15000	660	20	180
17500	765	20	180	17500	765	20	180
20000	520	20	240	20000	520	20	240
25000	640	20	240	25000	640	20	240
30000	760	20	240	30000	760	20	240
35000	880	20	240	35000	880	20	240
40000	1000	20	240	40000	1000	20	240
45000	1120	20	240	45000	1120	20	240
50000	1240	20	240	50000	1240	20	240



## INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN

Los Sistemas Sépticos Integrados ROTOPLAST están diseñados para ser instalados, semienterrados o enterrados dejando sólo por fuera del hueco la parte del tanque que queda sin agua (30 cm por debajo de la parte superior) y con la tapa a la vista o con fácil acceso para su inspección y mantenimiento. Su instalación deberá hacerse siguiendo los siguientes pasos:

- Se debe instalar en sitios por donde no transiten vehículos, animales ni personas y las condiciones del suelo deben ser estables.
- Una vez elegido el sitio, se debe hacer la excavación de sección trapezoidal de un tamaño tal que permita una separación entre el tanque y las paredes del hueco de por lo menos 20 cm. La profundidad del hueco debe permitir que el tanque quede enterrado entre el 40 y el 80 % de su altura total, para evitar que el suelo o el agua freática pueda levantarlo o deformarlo.
- El fondo de la excavación debe quedar bien nivelado y libre de piedras que puedan dañar el tanque. Para ello puede utilizarse una capa de arena de 5 cm o más.
- Una persona parada en la excavación deberá llenar los espacios para que no queden espacios vacíos debajo del tanque.
- Conectar la tubería de PVC a los accesorios del tanque. Si quedan goteos, se debe llenar con silicona.
- Agregar agua al tanque séptico y al filtro anaerobio y a medida que se va llenando el tanque, se va llenando la excavación, hasta que el tanque quede totalmente instalado.
- En terrenos con nivel freático alto, pueden requerirse anclajes y la instalación debe hacerse manteniendo al mínimo los niveles de agua en la excavación. Debe garantizarse que el nivel freático en ningún momento estará por encima del nivel de agua dentro del tanque.
- En terrenos con suelos inestables se debe preparar el terreno de acuerdo a los criterios de un ingeniero calculista.

**NOTA IMPORTANTE:** El tubo de salida de agua no debe quedar en ningún momento de funcionamiento o de mantenimiento por debajo del nivel freático, pues esto puede hacer flotar el tanque o deformarlo, además el agua freática se devuelve por el tubo de salida y diluye el agua del sistema séptico bajando su eficiencia.

## INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

### TRAMPA DE GRASAS

- Debe ser revisada regularmente para prevenir el paso de grasas al tanque séptico.
- La frecuencia de limpieza se determina por la experiencia basada en la observación, pero se recomienda la limpieza cada uno a tres meses.
- Se extrae primero la grasa que está en la superficie con un recipiente apropiado y luego se extraen los residuos que quedan en el fondo.
- Tanto las grasas como los residuos del fondo, se vacían en un hueco al cual se le ha rociado cal en las paredes y el fondo. Se debe adicionar cal a la grasa y a los residuos y se deja escurrir el líquido.
- Finalmente se cubre el hueco con la tierra extraída del mismo.

### TANQUE SÉPTICO

Es necesario inspeccionarlo por lo menos cada seis meses para determinar cuando hay que darle mantenimiento:

**Inspección:** El grosor de la nata se mide con una vara que se introduce en la capa de nata. Si tiene más de 15 cm de espesor, se debe extraer aproximadamente el 70%, dejando una parte que es rica en bacterias para que continúe su proceso de descomposición de la materia orgánica. El lodo se mide con una vara larga con una toalla clara amarrada en la punta de abajo. Se sumerge la vara y se deja 3 o 4 minutos tocando el fondo; Al sacar la vara aparece marcado un poco más oscuro el nivel del lodo en la toalla. Si el nivel de lodo tiene más de 25 cm, se debe extraer

aproximadamente el 70% con una pala o un recipiente en forma de cucharón. Este proceso debe hacerse lentamente para sacar los lodos sin necesidad de vaciar el tanque.

**NOTA:** No es necesario vaciar el tanque, pues en caso de haber un nivel freático alto o de lluvia cuando el tanque esté vacío, puede flotar o se puede deformar o dañar.

### **FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE**

Su inspección consiste en mirar el nivel del tanque séptico, pues cuando los espacios entre el material plástico se empiezan a taponar, el agua se represa en el tanque séptico. Si el nivel de agua del tanque séptico está por lo menos 10 a 15 cm más alto que el nivel normal, entonces el filtro se está taponando y requiere mantenimiento.

El mantenimiento consiste en quitar el tapón registro que se encuentra encima del tubo que lleva el agua del tanque séptico hasta el fondo del FAFA; luego se extrae toda el agua del filtro con una moto bomba o sifoneando si el nivel del terreno lo permite. Luego se llena el filtro con agua que contenga aproximadamente un kilogramo de cal y se deja reposar por 8 a 12 horas. Después se extrae el agua con cal y se llena nuevamente con agua limpia.

Los lodos y las natas mezclados con cal, se deben depositar en un hueco previamente rociado con cal. Cuando se drene el agua, se tapan con tierra. Los lodos y natas pueden servir de abono si se dejan reposar durante 30 días. Los lodos frescos contaminan las aguas si no se hace una buena disposición de ellos.

### **VENTAJAS DEL SISTEMA SÉPTICO ROTOPLAST**

- Son fabricados con Polietileno Lineal, lo que le permite una alta resistencia al impacto.
- No se biodegradan ni son atacados por hongos, bacterias ni se corroen.
- Son muy fáciles de instalar.
- Son los más económicos del mercado.
- Cumplen la Legislación Colombiana sobre vertimientos.
- Tienen garantía de fábrica por defectos de fabricación.

### **RECOMENDACIONES**

- Crear la cultura del manejo de las aguas que van a llevarse al sistema.
- Procurar una perfecta instalación.
- Dar un mantenimiento adecuado al sistema.

**¡La solución efectiva para el tratamiento de aguas residuales domésticas!**

#### **Fábrica Itagüí:**

Cra 42 N°50-195 Autopista Sur  
PBX: (574) 4481101/ FAX (574) 3721704

#### **Bogotá:**

Tel: (571) 4850066 / (571) 4850044  
Email: [ventas@rotoplast.com.co](mailto:ventas@rotoplast.com.co)

**[www.rotoplast.com.co](http://www.rotoplast.com.co)**







ROTOPLAST SA  
NIT. 890.942.987-5

Somos Grandes Contribuyentes  
segun Resolución de la DIAN  
N° 000076 Del 01-12-2016  
Responsable IVA Régimen Común  
Actividad Económica 2221



ITAGUI - COLOMBIA  
Autopista sur Carrera 42 No. 50 -195 Autop. Sur Cra 42. No 53-175  
PBX:57(4)4481101 PBX:57(4)4481101  
FAX 57 (4)3721704 FAX 57 (4)3721704

E-mail - Ventas@rotoplast.com.co  
www.rotoplast.com.co

Itagui Oct 24 2017 12:00AM

COTIZACION

No. 880012648

Señores

Cordial saludo, según su solicitud estamos enviando para su análisis la siguiente cotización:

Código	Descripción	Cant.	Valor Unitario	% Dcto	Valor Unitario con Dcto	% IVA	SubTotal
ECCL13005A	SISTEMA SEPTICO INTEGRADO DE 10000 LTS	1.00	8,112,079.00	20.00	6,489,663.20	19.00	6,489,663.20
COF00001	FILTRO PLASTICO TIPO COLMENA	935.00	972.00	20.00	777.60	19.00	727,056.00
ADSGTP012	RECOBRO FLETE MERCANCIAS NACIONALES UEN AGUA	1.00	960,000.00	0.00	960,000.00	19.00	960,000.00

Condiciones Comerciales

Codigo	Descripción
02	100% Anticipado

Tiempo de Entrega: A convenir

Validez de la Oferta: 15 Días

Nota

Se cotiza con entrega en cabecera principal de Puerto Nare -Antioquia. tiempo de entrega Quince días hábiles .

Valor Bruto	9,980,899.00
Descuento	1,804,180.00
IVA	1,553,577.00
<b>TOTAL</b>	<b>9,730,296.00</b>

Información Contacto

Nombre :	
email :	Telefono :

Los dineros recibidos por anticipo, son para iniciar la fabricación del producto, no constituyen una venta en firme; la venta y facturación sólo se materializa al momento de la entrega del producto.

## **CARACTERISTICAS GENERALES**

Nuestros productos son fabricados con polietileno lineal 100% virgen de alta resistencia al impacto, resistentes a disolventes y agentes químicos, no se biodegradan ni son atacados por hongos, algas o bacterias, el material tiene incorporados los aditivos UV para protegerlos de los rayos ultravioleta lo cual hace que nuestros productos puedan ser instalados a la intemperie; utilizamos pigmentos de excelente calidad lo cual evita la decoloración con el paso del tiempo.

El sistema de gestión de calidad de ROTOPLAST S.A se encuentra certificado bajo la norma ISO 9001 Versión 2008 por el ICONTEC.

Evaluada nuestra información esperamos ponernos en contacto para atender gustosamente sus necesidades y requerimientos. Agradecemos su confianza depositada al elegirnos y preferir la calidad de nuestros productos.

Atentamente,

SIN ASIGNACION

**Tel:** 4481101

**Asesor (a)comercial**

Bancolombia Cta Cte 015-091429-83

## Alternativa 2, soluciones ambientales

Medellín, 09 de Octubre de 2017 GS-0472

Señores, Escuela Santa Bárbara

### SUMINISTRO

#### POZO SÈPTICO

Para Green Soluciones es un placer poder presentarnos y llegar a ser un proveedor estratégico, brindándole el soporte técnico integral necesario para sus requerimientos y necesidades.

A continuación nos permitimos presentar una propuesta para suministro del pozo séptico:

#### CALIDAD DEL PRODUCTO



Nuestros tanques están fabricados con materias primas de primera calidad sin cargas adicionales en la resina, evitando de esta forma el deterioro de las características físicas del material compuesto. Las características de las resinas poliéster utilizadas permiten almacenar agua sin tener inconvenientes de contaminación e impregnación del material. Nos permiten también tener propiedades de resistencia a la intemperie y a los rayos UV dando una vida útil mayor a estos tanques evitando cristalización o fisuras en la superficie.

#### Normas

La ventaja de nuestros sistemas radica principalmente en la sencillez de funcionamiento, mantenimiento y operación, economía de espacios y en la obtención de la potabilización del agua residual.

Cumple con los parámetros del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 y el Decreto 1594 de 1984 dando cumplimiento a la normatividad del país y respondiendo a los

requerimientos que sobre el mismo exige cada una de las Corporaciones y entidades autónomas regionales.

### **Acabado**

Superficie interior y exterior lisa, 100% higiénica que evita la formación de hongos y acumulación de lodos. Acabado exterior en pintura poliéster, con estabilizantes a los rayos ultravioleta, de excelente desempeño en uso a la intemperie para aquellos casos en que quede expuesto

### **Ventajas**

Intemperie: Resistente a la intemperie y rayos UV

Toxicidad: No contaminan el líquido que almacenan

Térmico: Baja conductividad térmica

Electricidad: Material no conductor

Vida útil: 30 años o más

### **Garantía**

No se deforman con el tiempo. (Caso contrario a aquellos tanques en Polietileno que por estar enterrados tienden a presentar deformidades por desplazamiento de tierras

Cumple con la norma técnica colombiana para la construcción de tanques en fibra de vidrio

Nuestros sistemas tienen cinco (5) años por defectos de fabricación o fallas en la materia prima, operando bajo las condiciones para lo que es solicitado el equipo. Dejamos expresa constancia que nuestra responsabilidad está limitada a la reposición o reparación de los equipos suministrados, previa demostración de que el daño tiene por causa algún defecto en nuestra fabricación o montaje, en caso que éste último sea una labor a nuestro cargo.

No asumimos responsabilidad alguna por los daños consecuenciales, tales como, la pérdida o afectación de los contenidos de los tanques o equipos suministrados, u otros bienes del comprador, o por los cuales sea responsable o de terceros, o por la suspensión de labores o lucro cesante,

como tampoco por las lesiones, muerte u otro perjuicio patrimonial a las personas, sean dependientes, contratistas, subcontratistas o terceros, salvo que se demuestre que el dolo o culpa es de nuestros empleados o contratistas

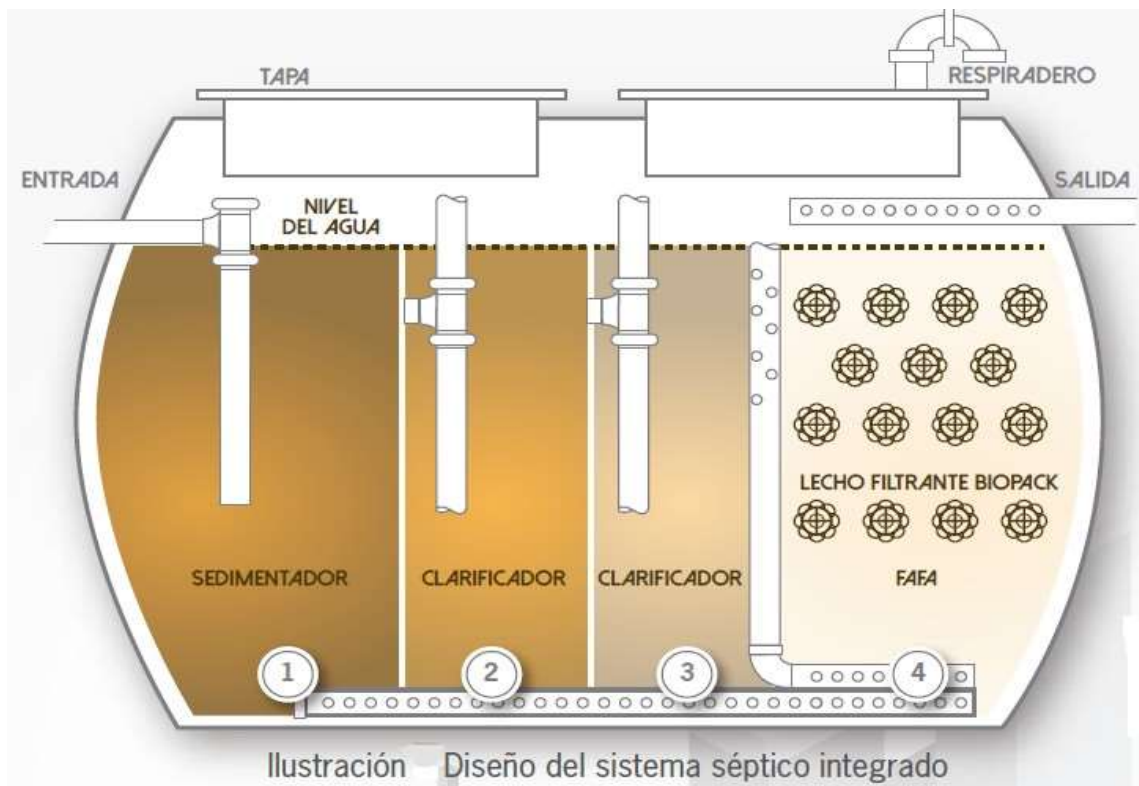
### Sistema séptico

#### Integrado con trampa de grasas

#### Biopack

**COMPONENTES DEL SISTEMA SÉPTICO**

- Cámara # 1: Trampa de grasa- sedimentador
- Cámara # 2 y 3: Sedimentador- clarificador
- Cámara # 4: Salida del sistema - FAFA



Se realiza en el último compartimiento del sistema séptico integrado, denominado Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente -FAFA, el cual cuenta con un lecho filtrante (Biopack, piedra o suncho, entre otros). Su función es retener aquellos sólidos livianos que lograron pasar del tanque séptico, y continuar con la degradación de la materia orgánica puliendo y mejorando la calidad del efluente a descarga

### Propuesta económica

DESCRIPCION	VOLUMEN	VALOR UNITARIO
<b>sistema séptico integrado con</b> <b>Trampa de Grasa En fibra de vidrio con</b> <b>poliéster</b> <b>Reforzado</b>	10,000 Litros	\$10,521,000

**Valor antes de IVA (19%).**

### OBSERVACIONES

- Forma de pago : Suministro: 50 % anticipado y 50 % contra entrega.
- Tiempo de entrega a convenir.
- No incluye instalación de sistema
- Incluye biopack y suministro de Bacterias
- Incluye accesorios internos

Sebastian Fernandez Restrepo Asesor Comercial

PBX: 4441397 ext. 207

Celular: 318 7691139 [comercial@greensoluciones.com.co](mailto:comercial@greensoluciones.com.co) [www.greensoluciones.com](http://www.greensoluciones.com)

## Descripción

### Sistema Séptico Integrado con Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente ( FAFA) y trampa de grasa

Aplicación	Aguas Residuales Domésticas	
Condiciones de Servicio	Temperatura Ambiente Presión Atmosférica Agitación no permitida Apoyo uniforme en superficie plana	
Material de fabricación	Fibra de vidrio . Matiz . Gel Coa .	Chopped Strand Mat de 450 Woven Roving de 800 Resina Ortoftalica Resina Isoftalica
Proceso de fabricación	Pintura Laminación Corte y Pulido Top Coat	Aspersión con gel coat con pistola (Spray up) Modelo por contacto (Hand Lay- up) Moto-tool neumático con disco de diamante Impregnación manual
Características	Acabado Exterior . Acabado Interior .	Pintura uniforme, Lisa, sin fisuras o grietas. Completamente Limpio Pintura uniforme, lisa, sin fisuras o grietas. Completamente Limpio

Cumplimiento de Normas

BRITISH STANDARD 4994

RAS 2000

ICONTEC- NTC

2890- 2888

[www.greensoluciones.com.co](http://www.greensoluciones.com.co)





## DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA



Recipiente cilíndrico en Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio, cuenta con cuatro compartimentos internos, el primero permite la retención de grasa y sólidos livianos por medio de la flotación además de la sedimentación de los sólidos de mayor tamaño, en el segundo y el tercer compartimiento se encuentra el séptico, en el cual se decantan

sólidos pesados que son degradados por medio de microorganismos anaerobios (ausencia de oxígeno), en el cuarto y último compartimiento está el FFA, Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente, el cual cuenta con biopack como material filtrante, que permite la degradación del material orgánico eficientemente.

El volumen de la unidad de tratamiento depende del caudal de agua residual a tratar, de las características de las mismas y de los requerimientos de los clientes.

## MATERIALES DE FABRICACIÓN

Materias primas de proveedores de reconocida calidad mundial. El control en el proceso de manufactura nos permite ofrecer un producto confiable, además de alternativas en la selección de accesorios.

### **Resina:**

Cristalan 2836 y 2847: Resina Poliéster insaturado híbrida, tixotrópica y pre-acelerada, al reforzarse con fibra de vidrio el laminado obtenido posee muy buenas propiedades mecánicas, resistencia al agua y algunos productos o reactivos químicos.

### **Refuerzo con fibra de vidrio:**

La fibra de vidrio es el refuerzo más utilizado en la fabricación de materiales compuestos, para la fabricación de los tanques en Fibra de vidrio se emplea las siguientes:

- Manta (MAT 450 g/m<sup>2</sup>)

Compuesta por monofilamentos de hilos cortados donde las fibras se unen entre sí por un aglomerante químico, debido a que los filamentos no están colocados de forma ordenada, este material tiene la propiedad de repartir las cargas y esfuerzos mecánicos en todas las direcciones.

- Woven Roving (800 g/m<sup>2</sup>)

Tejido bidireccional en forma entrecruzada y en ángulos de 90° con respecto a sus ejes longitudinales.

Debido a su forma, esta fibra le imprime a las piezas alto desempeño mecánico y reparte las cargas y esfuerzos en sentidos transversales 90°.



## ACCESORIOS Y MATERIAL FILTRANTE

### Tubería y accesorios:



- Entrada y salida PVC - S, el diámetro de la tubería de entrada y de salida depende del volumen del tanque, ver tabla

- Cuenta con manholes en PRFV, accesorios para la purga.

### Material filtrante:



- Dispositivos octogonales en polipropileno de baja densidad que garantiza un área de contacto mayor o igual a 90m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, ocupando un área del 60% del FAFA.

### Sistema de ventilación:



- Sistema de ventilación en tubería PVC-S de 2", con accesorios y malla mosquetera.



## VENTAJAS DEL PRODUCTO



Diseñado bajo el RAS 2000 (Normatividad



vigente)

Excelente resistencia a gran cantidad de agentes

Alta resistencia a la tensión



químicos. Excelente estabilidad dimensional.



Baja conductividad térmica



Completamente incombustible



Biológicamente inerte



Incluye activador biológico (bacterias), lo que



Excelente resistencia a la intemperie

agiliza el proceso de estabilización del sistema



## DIMENSIONES SISTEMA DE TRATAMIENTO



## COMPONENTES SISTEMA DE TRATAMIENTO

MODELO	LONGITUD TOTAL (m)	DIAMETRO TOTAL	DIÁMETRO ENTRADA AGUA	DIÁMETRO SALIDA AGUA
--------	--------------------	----------------	-----------------------	----------------------



**APU (Análisis de precios unitarios)**

PRESUPUESTO ESTUDIOS PREVIOS				
1. Costos de personal				
2. Costos directos				
ITEM	Unidad de medida	Cantidad unidad de medida	Valor unitario	Valor total
Subtotal instalación				
Excavación manual en material común hasta 4 m de profundidad, bajo cualquier grado de humedad	m3	255	18265	\$ 4.657.575,00
Excavación en roca a cualquier profundidad	m3	5	96585	\$ 482.925,00
Lleno y apisonado de zanjas y apiques con material selecto de la excavación, incluye acarreo interno	m3	255	25655	\$ 6.542.025,00
Regada de material proveniente de la excavación y conformación del terreno	m3	100	2150	\$ 215.000,00
I. Tubería pvc-s de ø2"	m	50	2956	\$

incluye accesorios.				147.800,00
I. Tubería pvc-s de ø3" Incluye accesorios	m	400	3649	\$ 1.459.600,00
I. De sifón S.R. De 135° en pvc-s ø3" para control de olores	un	10	4569	\$ 45.690,00
S.T.I. Sistema séptico y FAFA en P.R.F.V (poliester reforzado con fibra de vidrio) de 1000 litros de capacidad (incluye: trampa de grasas, tubería y accesorios internos, material filtrante para el FAFA en forma de dispositivos octogonales de ø 187 mm en polipropileno de baja densidad que garanticen un área superficial de contacto $\geq$ de 90m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> , sistema de ventilación en tubería de pvc-s ø2" con accesorios y malla mosquitera doble, transporte y acarreo hasta el sitio de las obras, proceso de arranque y puesta en marcha del sistema y suministro de lodo para su	un	1	105210 00	\$ 10.521.000,00

inoculación)				
I. Válvula de bola de ø3" en PVC extremo liso para purga de lodos. Incluye accesorios	Un	1	158625	\$ 158.625,00
I. Caja circular en tubería pvc-novafort de ø12" para válvula de purga. Incluye tapa en fibra de vidrio con manila sintética	Un	1	45630	\$ 45.630,00
I. Accesorios ø3", para empalme de tubería pvc-s y polietileno (pe - c40)	Un	50	4256	\$ 212.800,00
I. Geotextil NT referencia 1600	m2	50	5755	\$ 287.750,00

\$  
**24.776.420,00**

## Bibliografía

- ✓ Alcaldía de Puerto Nare - Antioquia – Antioquia Información del municipio.  
<http://www.puertonare-antioquia.gov.co/index.shtml#3>  
<http://www.puertonare-antioquia.gov.co/index.shtml>  
[http://www.puertonare-antioquia.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.puertonare-antioquia.gov.co/informacion_general.shtml) [en línea][citado el 15 de mayo 2017]
  
- ✓ Orozco, c., Pérez, A., Gonzáles, N., Rodríguez, F., & Alfayate, j. (2008). Contaminación Ambiental. Madrid España: Ediciones Paraninfo. S.A.
  
- ✓ Ortiz, N., Morales, M., Beltran, N., Rodríguez, N., Baptiste, M., & Franco , A. (2005). Línea base de la biodiversidad en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá. Colombia: Serie Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad. BOGOTA D.C: Primera edicion.
  
- ✓ Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Medellín- Colombia: Universidad de Antioquia.
  
- ✓ Romero, J. (1999). Tratamiento de Aguas Residuales, teoría y principios del diseño.
  
- ✓ Tapias, F., & Villavicencio, A. (2007). Uso de Biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego, Proyecto FONSAAG: “Evaluación de biofiltros para reducir la contaminación difusa en



aguas de riego de las regiones VI y VII". Santiago de Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N°170. 128 p.

✓ Torres, E., & Sanabria, A. (2012). Optimización del humedal artificial subperiférico para el tratamiento de aguas residuales. *Ingenio Libre*, 10.

✓ Universidad Nacional. (9 de 10 de 2014). Fundamento de la gestión ambiental.

Obtenido

De <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2009120/lecciones/cap2/valoracioneconomica/valoracioneconomica5a.html>

✓ Wheaton, F. (1993). *Diseño y construcción de sistemas*. México: Ed. AGT editor.

✓ WSP, Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial. (2006). *Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades*. Mikko Vayrynen: Profesional Junior en Comunicaciones de WSP-LAC para América Central.

✓ Ramírez, F. (2007). *El Muestreo del Agua. Toma y Conservación de Muestras*. Recuperado el 01 de agosto de 2017 :<http://www.elaguapotable.com/El%20muestreo%20de%20los%20distintos%20tipos%20de%20agua.pdf>

✓ Fuquene Yate, Diana Marcela (2011). *Sistemas de Abastecimiento de Agua. Módulo didáctico*. Bogotá. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

- ✓ Fuquene Yate, Diana Marcela (2013). Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Módulo didáctico. Bogotá. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
  
- ✓ Granados, J. (2013). Protocolo prácticas de laboratorio química inorgánica. Colombia: Universidad Nacional abierta y a Distancia.
  
- ✓ Oyola, R. (2012). Determinación de dureza de agua mediante titulación con EDTA. Humacao: Universidad de Puerto Rico.
  
- ✓ Marín, M. (2004). Bases químicas del medio ambiente. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia
  
- ✓ Msc. Marilyn Díaz Pérez, DrC. Claudio Rodríguez Martínez; Dra. Raisa Zhurbenko, Aspectos fundamentales sobre el género Enterococos como patógeno de elevada importancia en la actualidad Revista Cubana de Higiene y Epidemiología.2010; 48(2)147-161. .  
[http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto3930\\_20101025.pdf](http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto3930_20101025.pdf) .  
[http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto1594\\_19840626.htm](http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto1594_19840626.htm)  
[http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Resolucion2145\\_20051223.htm](http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Resolucion2145_20051223.htm)
  
- ✓ ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales – PMAR; junio de 2004
  
- ✓ documentación técnico normativa del sector de agua potable y saneamiento básico ministerio de desarrollo económico dirección general de agua potable y saneamiento básico, noviembre 2000

- ✓ Marchand Pajares, Edgard Orlando; Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. ·  
  
[https://www.imta.gob.mx/cotennser/images/docs/NOI/Normas\\_oficiales\\_para\\_la\\_calidad\\_del\\_agua\\_colombia.pdf](https://www.imta.gob.mx/cotennser/images/docs/NOI/Normas_oficiales_para_la_calidad_del_agua_colombia.pdf) · <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/operacion/cap8.pdf>
  
- ✓ Carvajal jaimes Elsa victoria; esparragoza zarate Rafael Alberto; análisis de la normatividad ambiental colombiana para el vertimiento de aguas residuales al alcantarillado público, universidad pontificia
  
- ✓ BIEGER, KLAUS. Eliminación de Olores: Descripción y Comparación de Procesos Aplicados. Tecnología del Agua. Vol. 19, n° 193 (oct.1993) P. 109-121.
  
- ✓ JARAMILLO OROZCO, ÁLVARO; SALAZAR ARIAS, ÁLVARO. Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales. Medellín, Universidad de Antioquia
  
- ✓ METCALF AND EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales. Madrid: McGraw-Hill, 1995.
  
- ✓ Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD - 2010 escuela de ciencias básicas, tecnología e ingeniería - 401549 – Módulo - Química Ambiental María del Pilar Triana Novoa.
  
- ✓ CORBITT, Roberto A. Manual de referencia de la ingeniería ambiental, McGraw-Hill/Interamericana, S.A.U. 2003.
  
- ✓ DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaria de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión 2000.
  
- ✓ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua

- ✓ ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, primera edición enero de 2000.
- ✓ UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión.1998.
- ✓ ETERNIT. Sistema séptico con filtro anaeróbico. Impreso por multiimpresos.
- ✓ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Guía latinoamericana de TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS en agua y saneamiento [en línea]. [citado el 19 julio 2017]
- ✓ Empresa ROTOPLAST Información técnica T.D. <http://www.rotoplast.com.co/soporte-tecnico/> [en línea][citado el 19 de Junio 2017]
- ✓ Empresa Green Soluciones Información <http://www.greensolucionesintegrales.com/#servicios> [en línea][citado el 20 de diciembre de 19 de junio 2017]
- ✓ NORMA TECNICA I.S.020. TANQUES SÉPTICOS [en línea] < [http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento\\_nacional\\_de\\_edificaciones/IS.020.pdf](http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento_nacional_de_edificaciones/IS.020.pdf) > [citado el 16 de junio de 2007]
- ✓ Organización Panamericana de la salud. (25 de agosto de 2005). Guía para operación y

mantenimiento de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización.

Obtenido

[http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/055\\_O&M\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lag/O&M\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lagunas\\_estabilizaci%C3%B3n.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/055_O&M_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lag/O&M_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lagunas_estabilizaci%C3%B3n.pdf)

- ✓ Organización Panamericana de la salud. (25 de agosto de 2005). Guía para operación y mantenimiento de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización.

Obtenido

[http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/055\\_O&M\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lag/O&M\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lagunas\\_estabilizaci%C3%B3n.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/055_O&M_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lag/O&M_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lagunas_estabilizaci%C3%B3n.pdf)