

**PROPUESTA ECONOMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES
DOMESTICAS PARA VIVIENDAS ALEDAÑAS AL RIO
MAGDALENA DEL BARRIO EL PROGRESO Y VEREDA DOS
RIOS DE LA INSPECCIÓN DE CAMBAO DEL MUNICIPIO DE
SAN JUAN DE RIO SECO DEL DEPARTAMENTO DE
CUNDINAMARCA**

**YUDY ALEXANDRA LOZADA CANO
YULI YACKELINE GUTIÉRREZ BERRIO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
GIRARDOT
2015**

**PROPUESTA ECONOMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES
DOMESTICAS PARA VIVIENDAS ALEDAÑAS AL RIO
MAGDALENA DEL BARRIO EL PROGRESO Y VEREDA DOS
RIOS DE LA INSPECCIÓN DE CAMBAO DEL MUNICIPIO DE
SAN JUAN DE RIO SECO DEL DEPARTAMENTO DE
CUNDINAMARCA**

**YUDY ALEXANDRA LOZADA CANO
YULI YACKELINE GUTIÉRREZ BERRIO**

Trabajo realizado para optar al Título de Ingeniero Civil

**Asesor
NÉSTOR LEVER CARDOZO
Ingeniero Civil**

**ANDRÉS GEOVANNI VERA QUINTERO
Ingeniero Químico**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA CIVIL
GIRARDOT
2015**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Jurado

Girardot, 27 de abril de 2017

Primero que todo a Dios por ser mi guía y protector por las oportunidades que me brinda a diario por guiarme siempre por el mejor camino. Por darme fuerzas cuando más las necesito y permitir que no decaiga en distintas situaciones de la vida.

A mi papito querido James por el inmenso esfuerzo, paciencia y dedicación por querer siempre lo mejor para mí y depositar su confianza en mí.

A mi mamita hermosa Herminda por su cariño y comprensión. Y por enseñarme que la mejor herencia en el mundo es el estudio.

A mi familia, amigos y a todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron con el logro de esta meta.

Yudy Alexandra Lozada C.

A Dios. Por haberme permitido llegar hasta este punto, por darme la oportunidad de vivir, por sostener mi mano en cada paso que doy, por estar siempre conmigo en esos duros momentos de mi vida además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Olga. Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Gabriel. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por creer en mí por su incondicional apoyo y valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hijo Sebastián. Por ser el motor de mi corazón, por ser un motivo más para alcanzar mis metas, por ser ese angelito que Dios puso en mi camino, por llegar a mi vida y llenarla de alegría.

Yuli Yackeline Gutiérrez

AGRADECIMIENTOS

El siguiente trabajo de tesis queremos dedicárselo primeramente a Dios Todopoderoso, quien nos ha guiado en todos nuestros pasos y al cual le hemos pedido mucho para alcanzar nuestras metas propuestas. A nuestros padres y familia por su apoyo y amor en todo momento de nuestras vidas.

A la Universidad Minuto De Dios, Facultad de Ingeniería Civil una corporación de gran reconocimiento, por habernos permitido adquirir sabios conocimientos para nuestra formación Académica, igualmente al Proyecto Ingeniero A Su Casa Operado por el Parque Científico de Innovación Social de UNIMINUTO y la Gobernación de Cundinamarca a través de la Secretaria de Ciencia y Tecnología.

A tan apreciados Maestros: Ing. Andrés Geovanni Vera Quintero por su acogida, a nuestro asesor de tesis Ing. Néstor Cardozo, por sus instrucciones y conocimientos, al Ing. Abbad Jack Jimminck por su valioso tiempo tan substancial e incondicional y al Ing. Daniel Fernando Aguiar Hernández por su apoyo y paciencia. A todos ustedes por que supieron guiarnos con paciencia y gracias a sus valiosas sugerencias en el asesoramiento de esta Tesis.

A todos los Maestros de las diferentes materias de la Facultad de Ingeniería, gracias por sus enseñanzas, conocimientos, y sobre todo por formarnos como profesionales.

A todos mil gracias.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	5
GLOSARIO	14
INTRODUCCIÓN	17
1. JUSTIFICACION	19
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	20
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
3. OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MARCO REFERENCIAL	24
4.1 MARCO GEOGRÁFICO	24
4.1.1 Generalidades	24
4.1.2 Distribución política y administrativa	25
4.1.3 Medio Ambiente y Recursos Naturales	26
4.1.4 Uso actual del suelo.	27
4.2 MARCO DEMOGRÁFICO	27
4.3 MARCO TEÓRICO	29

4.3.1 Las aguas residuales urbanas.	29
4.3.2 Características de las aguas residuales urbanas.	30
4.3.3 Calidades de las aguas residuales urbanas	31
4.3.4 Necesidad de depuración de las aguas residuales urbanas	32
4.3.5 Sistemas de purificación de aguas residuales	33
4.3.6 Tratamiento de aguas a nivel domiciliario	35
4.3.7 Depuración de aguas	37
4.3.8 Pozos Sépticos	38
4.3.9 Contaminación de aguas subterráneas	39
5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES	40
5.1 DISPOSICIÓN GENERAL DEL SISTEMA PARA VIVIENDA RURAL	40
5.1.1 Parámetros de diseño	40
5.1.2 Estimación del consumo medio diario por habitante (DNETA)	40
5.1.3 Caudal de aguas residuales domésticas (QD).	41
5.1.4 Trampas de grasas	46
5.1.5 Diseño hidráulico tanque séptico	51
5.1.6 Calculo de dimensiones internas.	55
5.1.7 Cálculo del filtro anaeróbico	58
5.1.8 Diseño humedal artificial	60
5.1.9 Sistemas de flujo bajo la superficie (SFBS)	63
5.1.10 Diseño Hidráulico del Humedal Artificial Flujo superficial SF	66

5.2 DISPOSICIÓN GENERAL DEL SISTEMA PARA ÁREA URBANA	68
5.2.1 Parámetros de diseño	69
5.2.2 Estimación del consumo medio diario por habitante (D_{NETA})	69
5.2.3 Caudal de aguas residuales domésticas (Q_D)	70
5.2.4 Caudal medio diario de aguas residuales (Q_{md})	71
5.2.5 Caudal de conexiones erradas (Q_{CE})	
5.2.6 Caudal de Infiltración (Q_{INF})	72
5.2.7 Factor de mayoración (F)	72
5.2.8 Caudal de diseño	73
5.2.9 Diámetro interno real mínimo	73
5.2.10 Velocidad mínima	74
5.2.11 Velocidad máxima	74
5.2.12 Profundidad hidráulica máxima	74
5.2.13 Profundidad mínima a la cota clave	74
5.2.14 Profundidad máxima a la cota clave	75
5.2.15 Caja de inspección	79
5.3 DISEÑO HUMEDAL ARTIFICIAL	88
5.3.1 Tipos de humedales artificiales	90
6. METODOLOGÍA	98
6.1 FICHA DE RECONOCIMIENTO EN TERRITORIO	101
7. ANÁLISIS Y PROFUNDIZACIÓN DEL PROBLEMA	104

7.1 CASA TIPO CASCO URBANO	104
7.1.1 Caracterización y diagnóstico.	104
7.1.2 Registro fotográfico vivienda urbana. Inspección De Cambao - Barrio El Progreso	108
7.2 CASA TIPO CASCO RURAL	110
7.2.1 Caracterización y diagnóstico.	110
7.2.2 Registro Fotográfico. Inspección De Cambao. Vereda Dos Rios.	111
7.3 PROBLEMÁTICAS DE HABITABILIDAD EN LAS VIVIENDAS BINA 1	114
7.3.1 Total de patologías BINA 1.	117
7.4 PROBLEMÁTICAS DE HABITABILIDAD EN LAS VIVIENDAS BINA 3	119
7.4.1 Total de patologías BINA 3.	122
8. PRESUPUESTOS	124
8.1 PRESUPUESTO SISTEMA ANAERÓBICO RURAL	124
8.2 PRESUPUESTO SISTEMA ANAERÓBICO URBANO	125
9. CRONOGRAMA	125
10. CONCLUSIONES	127
11. RECOMENDACIONES	128
BIBLIOGRAFÍA	129

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Población y vivienda San Juan de Río Seco	27
Tabla 2. Población por nivel de SISBEN	28
Tabla 3. Población por edades	28
Tabla 4. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema	41
Tabla 5. Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas	42
Tabla 6. Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial	43
Tabla 7. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.	44
Tabla 8. Capacidades de Retención de grasas	47
Tabla 9. Tiempos de retención hidráulicos	48
Tabla 10. Contribución de aguas residuales por persona	53
Tabla 11. Tiempos de retención	53
Tabla 12. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos	54
Tabla 13. Valores de profundidad útil	56
Tabla 14. Dimensionamiento del filtro anaeróbico	60
Tabla 15. Mecanismos de depuración predominantes en los humedales artificiales	66
Tabla 16. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema	69
Tabla 17. Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas	71
Tabla 18. Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial	72

Tabla 19. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.	72
Tabla 20. Profundidad mínima de colectores	74
Tabla 21. Capacidades de Retención de grasas	76
Tabla 22. Tiempos de retención hidráulicos	77
Tabla 23. Contribución de aguas residuales por persona	82
Tabla 24. Tiempos de retención	82
Tabla 25. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos	83
Tabla 26. Valores de profundidad útil	84
Tabla 27. Dimensionamiento del filtro anaeróbico	87
Tabla 28. Mecanismos de depuración predominantes en los humedales artificiales	94

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización San Juan De Rio Seco	24
Figura 2. Cabecera Municipal; Inspección de Cambao	25
Figura 3. Diseño de la trampa de grasas	50
Figura 4. Diseño de la caja de inspección	50
Figura 5. Diseño del tanque séptico	58
Figura 6. Filtro anaeróbico.	60
Figura 7. Plantas Acuáticas (adaptadas de Tchobanoglous, G)	61
Figura 8. Sistema de agua superficial libre - Adaptada de Llagas y Guadalupe, (2006).	63
Figura 9. Sistema de agua bajo la superficie - Adaptada de Llagas y Guadalupe, (2006).	64
Figura 10. Corte Humedal.	67
Figura 11. Planta Humedal.	68
Figura 12. Plantas acuáticas	89
Figura 13. Sistema de agua superficial libre	91
Figura 14. Sistema de agua bajo la superficie	92
Figura 15. Corte longitudinal humedal artificial	96
Figura 16. Planta Humedal artificial	96

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Calculo de caudales de diseño	130
Anexo B. Fichas de reconocimiento diligenciadas vivienda urbana	132
Anexo C. Fichas de reconocimiento diligenciadas vivienda rural	138
Anexo D. Registro fotográfico	146

GLOSARIO

AGUAS CRUDAS: aguas residuales que no han sido sometidas a proceso de tratamiento.

AGUAS RESIDUALES: aguas que contienen material disuelto y en suspensión, luego de ser usadas con fines doméstico, agrícola e industrial.

AGUAS SERVIDAS: también denominadas grises o aguas residuales no cloacales, son aguas de desecho provenientes de actividades humanas domésticas desprovistas de materia fecal.

ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES: sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

AMBIENTE AEROBIO: medio provisto de oxígeno molecular, en el cual organismos aerobios y anaerobios facultativos desarrollan procesos bioquímicos en condiciones de oxidación.

AMBIENTE ANAEROBIO / ANÓXICO: medio desprovisto de oxígeno molecular, en el cual organismos anaerobios estrictos desarrollan procesos bioquímicos en condiciones anóxicas.

CALIDAD DEL AGUA: es el conjunto de características organolépticas físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA: es la alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA: las enfermedades hídricas son patologías transmitidas a través de aguas contaminadas, carentes de tratamiento eficiente. Algunos ejemplos, los constituyen el cólera, la fiebre tifoidea, la shigellosis, la poliomiелitis, la meningitis y la hepatitis A y E.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: es uno de los instrumentos preventivos de gestión que permite que las políticas ambientales puedan ser

aplicadas en el proceso de desarrollo y de toma de decisiones. Por ende, evalúa y corrige las acciones humanas y evita, mitiga o compensa sus eventuales impactos ambientales negativos.

GESTIÓN AMBIENTAL: proceso orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permiten al hombre y la mujer el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio.

POBLACIÓN SERVIDA: es el número de personas abastecidas por un sistema de suministro de agua.

SANEAMIENTO BÁSICO: son las actividades propias del conjunto de los servicios domiciliarios de alcantarillado y aseo. Incluye el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, dentro del cual se encuentra el sistema de tratamiento de aguas servidas, y el sistema para la recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

SISTEMAS DE FITO DEPURACIÓN: consisten en lagunas donde plantas acuáticas específicas se multiplican, absorbiendo los nutrientes o los contaminantes, favoreciendo la restauración de la calidad del agua, después de un tiempo determinado de retención hidráulica.

TRATAMIENTO - EFICIENCIA: RELACIÓN entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en términos porcentuales.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: es un proceso en el cual se eliminan del agua las sustancias disueltas y suspendidas que contienen, hasta que el efluente pueda ser utilizado para fines agrícolas, recreativos o industriales o verterse a un cuerpo de agua con mínimo impacto para éste.

TRATAMIENTO POR CLORACIÓN: suministro de cloro y / o compuestos clorados al agua residual para su descontaminación.

TRATAMIENTO PRIMARIO: tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la

sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO.

TRATAMIENTO SECUNDARIO: es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos.

TRATAMIENTO: es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en la legislación nacional vigente.

VERTIMIENTO LÍQUIDO: cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado.

INTRODUCCIÓN

La inspección de Cambao municipio de San Juan de Río Seco del departamento de Cundinamarca recibió la visita de un grupo conformado por profesionales en formación de los programa de Ingeniería Civil, Trabajo Social y Administración de empresas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede Girardot, dando así inicio al proyecto "Ingeniero a su Casa" desarrollado por el parque científico de Innovación Social del Minuto de Dios, con apoyo de la Gobernación de Cundinamarca y la alcaldía de San Juan de Rio seco.

El proyecto Ingeniero a su Casa busca brindar ASISTENCIA TECNICA Y SOCIAL, a 420 viviendas a las familias que las habitan en los estratos socioeconómicos 1 y 2 de la inspección de cambao en el municipio de san juan de Rio Seco, mediante el diagnóstico y propuestas de mejoramiento de habitad ubicadas en los barrios el Progreso, Marquetalia, El Chico, El Centro, Las Brisas y en veredas como la vereda Dos Ríos y vereda Santa Rosa donde se permite apreciar las patologías que cada una de estas presentan, tales como: fisuras, grietas, desplome de muros, humedad, desprendimiento de láminas de prefabricado, desprendimiento del bahareque, falta de accesorios de tuberías, ausencia de baños y alcantarillado, vías en mal estado, mediante la observación de éstas se pretende recoger una información que será estudiada para analizar la severidad que presentan y el riesgo que pueden tener para los habitantes de estas viviendas y así ofrecer propuestas técnicas a la solución de estos problemas.

La metodología que se usara durante la implementación del proyecto estará sustentada en un marco de trabajo, donde quedan claro los procesos de desarrollo que conducirán al logro de los objetivos planteados.

La aplicación de las herramientas en que se apoya este proyecto estará dividida en dos partes, la primera en donde se desarrollara el trabajo practico, el cual será medible repetible y verificable en condiciones que permitan determinar la rigurosidad de una investigación de tipo científico, y de otro lado la observación, la cual incorporará técnicas y actividades propias estructurales y formales que correspondan al plan de indagación y verificación de condiciones.

La suma de dichas acciones, corresponderán a la recolección de datos y la observación directa, la cual conducirá describir y analizar el problema previsto haciendo operativas las fases del proyecto.

Para esta fase de trabajo en territorio se ha diseñado como instrumento para recoger la información de las viviendas a intervenir en el territorio, una "Ficha de reconocimiento en territorio". Con la cual se busca contribuir al proceso de recolección de información técnica, social, económica, necesaria y suficiente para cada uno de estos aspectos, contemplara variables específicas para determinar la situación y las tendencias de las familias involucradas. Esta constituirá una base de datos de hechos recogidos, los cuales serán ordenados sistemáticamente, con la intención de juzgar la situación de la población.

Con la información recolectada en el trabajo de campo, este proyecto se enfocara en la gran problemática que se observó en 35 viviendas con respecto al manejo de sus aguas residuales domiciliarias, por lo que el presente proyecto pretende desarrollar una metodologías para la disposición adecuada de las aguas residuales, para este caso el diseño de un sistema séptico en general, que comprende la construcción de una trampa de grasas, pozo séptico, un filtro anaeróbico y su respectivo humedal con una caja de cloración. Que son sistemas de tratamiento de aguas residuales diseñados para descontaminar las aguas servidas que se generan en las labores domésticas.

Se realizarán los planos que muestren las características y dimensiones del modelo propuesto, así como su costo total, el cual incluye excavación, relleno, concreto y acero de refuerzo.

1. JUSTIFICACION

En los sitios donde no existe un sistema de evacuación de aguas residuales, es necesaria una alternativa para la disposición de las mismas, lo cual debe ser realizado de manera higiénica, cuidando siempre el medio ambiente. Tradicionalmente esta alternativa ha sido el pozo séptico.

Las aguas residuales o servidas son producidas en los hogares en la realización de actividades domésticas, tales como el servicio sanitario, lavado de ropa, desechos de cocina o del aseo personal, éstas deben ser tratadas para que no impacten negativamente en el medio ambiente.

En la zona propuesta para el desarrollo del presente trabajo, se observó que las viviendas no cuentan con un alcantarillado y/o adecuada disposición de las aguas residuales, y que todas llegan al Río Magdalena, siendo éste la fuente de abastecimiento para ellas.

Así mismo se observó que hay aguas residuales depositadas a la intemperie en zonas de circulación de la comunidad. La construcción de los pozos sépticos permitirá mejorar las condiciones sanitarias y por ende evitar la propagación de enfermedades.

El proyecto está dirigido a viviendas aledañas al Río Magdalena, del Barrio El Progreso de la Inspección de Cambao del Municipio de San Juan de Rio Seco, en el departamento de Cundinamarca y dará asistencia técnica y social a 30 viviendas y las familias que las habitan de los estratos socioeconómicos 1 y 2.

El diseño hidráulico sanitario de los pozos sépticos será realizado cumpliendo con las especificaciones y normas técnicas que para este tipo de obras deben cumplir tanto los materiales como los equipos, mano de obra, operación, longitudes, dimensiones, instalación y dirección técnica necesaria para acometer las instalaciones correspondientes a redes hidráulicas, sanitarias y afines, que con los planos a realizar hacen parte del desarrollo total de proyecto.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mala disposición de las aguas residuales en algunas zonas rurales y urbanas del municipio de San Juan de Rioseco, incide de manera directa en el desmejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, ya que crea problemas de salud, fomenta la cría de zancudos, las enfermedades cutáneas, además de la producción de malos olores.

2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La transmisión de muchas de las enfermedades en la actualidad es causada por la mala disposición de las aguas residuales, y esto se observa con mayor frecuencia en las zonas rurales, donde hay poco conocimiento acerca de los peligros que trae el arrojar aguas residuales sin tratamiento a un cuerpo de agua, los hace fácilmente vulnerables a cualquier brote de enfermedad de origen diarreicas, bacteriano, parásito, etc.

Para el caso en estudio se observó que en la zona rural y parte del casco urbano de la Inspección de Cambao, del Municipio de San Juan de Río Seco, las viviendas no cuentan con una red de alcantarillado y disposición final de las aguas residuales, éstas son vertidas directamente al Río Magdalena, siendo éste su fuente de abastecimiento. Hay aguas residuales domiciliarias que son depositadas en zonas de circulación de la comunidad y dejadas a la intemperie. La construcción de los pozos sépticos le permitirá a estas comunidades mejorar y elevar sus condiciones de vida y por ende evitar la propagación de enfermedades de salud pública.

La carencia y deterioro de la red sanitaria de algunas viviendas, hace necesaria la implementación de un sistema para el manejo adecuado de las aguas residuales domiciliarias, el cual se realizará mediante la construcción de pozos sépticos.

Las llamadas aguas residuales o servidas, las producidas en los hogares al realizar actividades domésticas como usar el servicio sanitario, lavar ropa, cocinar o ducharse, deben ser tratadas para que no impacten de manera negativa el medio ambiente.

El Estado tiene la obligación de realizar en cualquier tipo de comunidad un tratamiento de las aguas residuales, para evitar problemas tanto de salud pública como de tipo ambiental; sin tener en cuenta la cantidad de personas

que allí habitan, el tipo de terreno, o la capacidad que tiene esta comunidad de apropiarse de dicho sistema.

Si en los cascos urbanos la falta de tratamiento de las aguas residuales domésticas es un problema grave, más aún lo es en los territorios rurales donde los métodos de depuración al uso son altamente ineficientes. Todo esto se traduce en impactos ambientales que inducen pérdida de calidad del agua, alta morbilidad por enfermedades de origen hídrico y degradación ecosistemática, y cuyo control, como reto importante que es para la sostenibilidad, constituye un problema de investigación para la gestión ambiental, sobre todo en los entornos rurales.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de apoyo económico ha obligado a pobladores de San Juan de Río Seco a construir viviendas sin las más mínimas condiciones de sanidad, seguridad y calidad; no se cuenta con sistemas de alcantarillado ni de pozos sépticos, razón por la cual los habitantes deben evacuar las aguas servidas a la orilla del río o a campos abiertos. Esto se ha convertido en uno de los problemas más preocupantes que afecta a las comunidades, causando diversos efectos como:

❖ **Efectos en la salubridad:** La descarga directa a los ríos de aguas servidas portadoras de microorganismos patógenos que causan en el hombre enfermedades intestinales como la gastroenteritis, facilita la transmisión de la lepra el cólera, la fiebre tifoidea, la disentería, la poliomielitis, la meningitis y las hepatitis A y B, entre otras. Los lugares que carecen de instalaciones de saneamiento apropiadas favorecen la rápida propagación de muchas enfermedades, debido a que las heces expuestas a cielo abierto contienen organismos infecciosos que al ser consumidos por especies menores, éstas contaminan posteriormente el agua y los alimentos que son consumidos por los habitantes del sector.

❖ **Efectos estéticos:** La producción de olores y el mal aspecto de las aguas residuales representan grandes molestias para la población vecina al sitio afectado.

❖ **Efectos provocados por las grasas y aceites:** El hecho de que sean menos densos que el agua e inmiscibles con ella, hace que se difundan por la superficie, de modo que pequeñas cantidades de grasas y aceites pueden cubrir grandes superficies de agua. Además de producir un impacto estético, reducen la re oxigenación a través de la interface aire-agua, disminuyendo el oxígeno

disuelto y absorbiendo la radiación solar, afectando de esta manera la actividad fotosintética y, en consecuencia, la producción interna de oxígeno disuelto. Encarecen los tratamientos de depuración, y algunos aceites, especialmente los minerales, pueden ser tóxicos.

❖ **Efectos provocados por los detergentes:** No es solo la bioconcentración el problema medioambiental, también lo es el acceso del oxígeno a la masa de agua, a causa de la espuma en su superficie y el hecho de aumentar la toxicidad de enorme acción cancerígena.

El verdadero problema medioambiental causado por los detergentes reside en los poli fosfatos, incluidos en su formulación para ablandar el agua.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida y condiciones de habitabilidad de la población asentada en la localidad de Inspección Cambao del Municipio de San Juan de Rio Seco, mediante asistencia técnica y social para el manejo de aguas residuales de su comunidad, a su vez contribuir al saneamiento y manejo integral de fuentes hídricas que se encuentran en el territorio.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Recolectar información necesaria y suficiente de las viviendas y de las familias menos favorecidas ubicadas en el territorio objeto de estudio, con el fin de describir y analizar el problema.

- ❖ Aplicar los conocimientos teórico-prácticos adquiridos en nuestra formación profesional, en la elaboración del diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales adecuado para las viviendas, que no cuentan con sistema de alcantarillado.

- ❖ Procesar sistemáticamente toda la información, tanto de las viviendas visitadas como las recolectadas por los estudios, con el fin de presentar el proyecto Ingeniero a su Casa dando una información precisa y organizada.

- ❖ Analizar los criterios y parámetros de diseño para el tratamiento de aguas residuales de los pozos sépticos del proyecto, teniendo en cuenta normas técnicas de diseño, y construcción que garantice su funcionalidad y eficiencia.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO GEOGRÁFICO

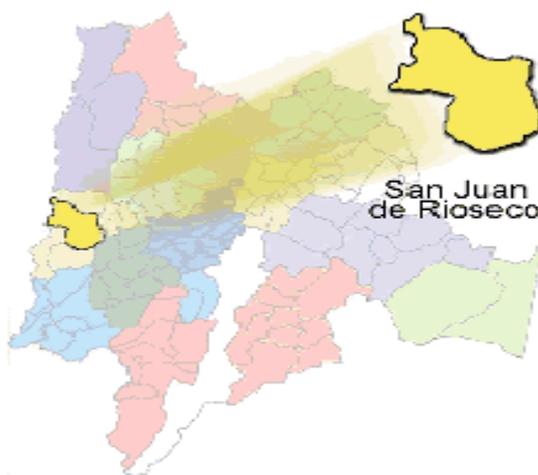
4.1.1 Generalidades

Localización. El Municipio de San Juan de Rioseco se encuentra localizado al Occidente del Departamento de Cundinamarca, sobre la vertiente Occidental del Ramal Oriental de la gran Cordillera de los Andes. Su posición geográfica está Enmarcada por las siguientes coordenadas planas:

X: 1'015.000 - 1'042.500

Y: 924.375 - 957.500

Figura 1. Localización San Juan De Rio Seco



El Municipio, de acuerdo a la información de catastro tiene una extensión aproximada de 323Km.2, equivalentes a 32.000 Hectáreas. Limita el norte con el Municipio de Chaguaní; por el sur con los Municipios de Beltrán y Pulí; por el oriente con los Municipios de Quipile y Vianí y por el occidente con el RíoMagdalena, que lo separa del Departamento del Tolima.¹

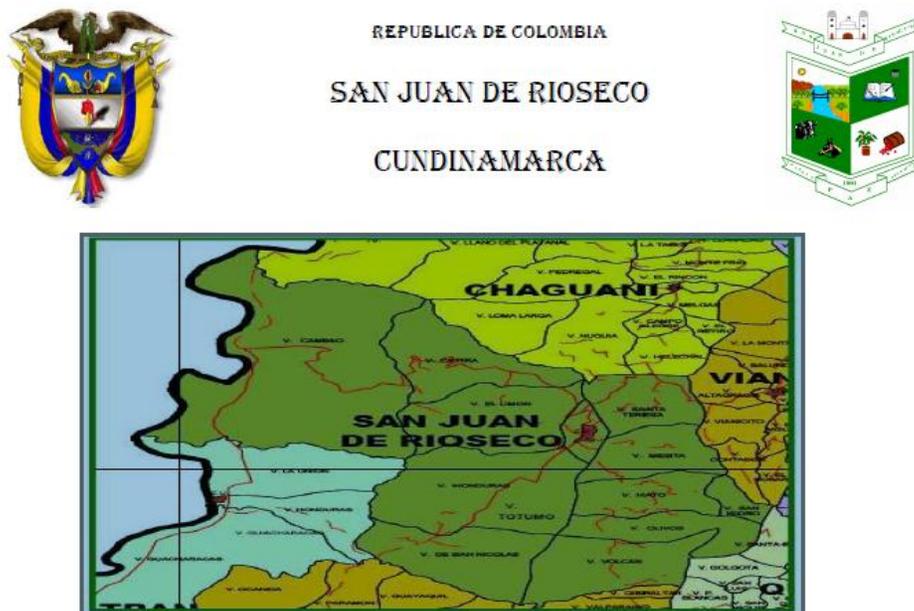
¹ Tomado de ACUERDO 10 DE 2012 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SAN JUAN DE RIOSECO, Pág. 7-9

El Municipio de San Juan de Rioseco es la capital de la Provincia del Magdalena Centro, conformada por los Municipios de Vianí, Beltrán, Chaguaní, Pulí, Guayabal de Siquima y Bituima. Así mismo la localidad se encuentra localizada dentro de la jurisdicción de la Oficina Provincial de Magdalena Centro de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, máxima Autoridad Ambiental de la Región.

4.1.2 Distribución política y administrativa. La jurisdicción del Municipio de San Juan de Rioseco se divide en dos zonas: rural y urbana, y está conformado por 13 veredas: Capira, El Limón, Santa Teresa, La Mesita, El Hato, San Isidro, Volcán, El Totumo, Honduras, Olivos, Centro, Cambao rural y San Nicolás rural. La zona urbana se divide en:

Cabecera Municipal; Inspección de Cambao e Inspección de San Nicolás.

Figura 2. Cabecera Municipal; Inspección de Cambao



La Cabecera Municipal está conformada por 10barrios, (Centro, San Agustín, Pueblo Nuevo, El Carmen, Diana Turbay, Alfonso Santos, Siquima, Nuevo San Juan y Lucrecio Cruz).

Cambao es un centro poblado de la jurisdicción municipal, esta Inspección cuenta con 3 barrios (Centro, Renacer y el Progreso), y un sector subnormal. En

la zona rural la vereda Cambao cuenta con los sectores de La Magdalena, Dos Ríos y Santa Rosa.

San Nicolás es un centro poblado de la jurisdicción municipal, esta Inspección cuenta con un barrio denominado Centro.

4.1.3 Medio Ambiente y Recursos Naturales. El área municipal es de 32.000,00 hectáreas, su altitud promedio es de 1.303 m.s.n.m., la temperatura promedio anual de la cabecera municipal es de 21° C, y su precipitación media anual de 1.313,30 mm.; se distribuye entre los pisos térmicos cálido y templado en mayor proporción y una mínima porción en el piso térmico frío; adicionalmente la vocación del territorio es de tipo agropecuario.

La topografía del Municipio presenta dos zonas fisiográficas bien definidas, la primera de ellas se caracteriza por ser relativamente plana a ondulada que se localiza sobre el valle del río Magdalena, presentándose en ésta zona un aumento considerable de temperatura en relación al resto del Municipio; la segunda zona es montañosa y se ubica en las estribaciones de la Cordillera Oriental.

Según estudios realizados por el (IGAC 1988), los suelos tienen un bajo contenido de materia orgánica, además son suelos con algunas limitaciones permanentes que no pueden corregirse como pendientes pronunciadas, alta susceptibilidad a la erosión, poca profundidad, poco drenaje y baja capacidad de retención de humedad.

El Municipio se encuentra localizado sobre la vertiente oriental de la Gran Cuenca del río Magdalena, dentro de su jurisdicción se encuentran como cuencas de primer orden el Río Seco, el Río Seco de Las Palmas y el Río Chaguaní.

Para la conservación de los recursos naturales y en especial la protección de los nacimientos de fuentes abastecedoras de acueductos verdales y municipales, el Municipio ha adquirido a través de recursos propios y mediante cofinanciación predios de interés y conservación hídrica y así dar cumplimiento a lo estipulado en el artículo 111 de la Ley 99 de 1993².

Los impactos ambientales más importantes presentados en el Municipio por el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales y en general del

² Ibid. Pág. 7-9

medio ambiente son: en cuanto a recurso hídrico se encuentra afectado principalmente por el aporte de sedimentos, residuos sólidos y desechos orgánicos, aguas residuales, y contaminación de acuíferos. Los suelos están alterados por la rocería, las quemas, la erosión y los deslizamientos, la disposición de desechos y la expansión urbana. La flora está siendo altamente impactada por la deforestación y el comercio ilegal de madera y la fauna está amenazada por la fragmentación de sus hábitats naturales, la cacería, el desmonte de bosques naturales y el comercio ilegal de especies.

Los impactos sobre el aire están dados por la emisión de gases, ruido y material articulado. En el aspecto socioeconómico se presentan alteraciones por procesos migratorios, afectación de los esquemas de sostenibilidad económica, y cambios en los patrones de uso del suelo, etc.

Finalmente en los cambios sobre la salud humana ocurren especialmente afecciones gastrointestinales.

Las amenazas naturales en San Juan de Rioseco están representadas principalmente por fenómenos de remoción en masa, avalanchas por represamientos de corrientes hídricas, deslizamientos, y en menor grado contaminación por aguas residuales, disposición de residuos sólidos, inundaciones e incendios forestales.

4.1.4 Uso actual del suelo. En el Municipio de San Juan de Rioseco, de las 30.659 hectáreas de superficie que se midieron para la constitución del estatuto, se desglosan las características de ocupación del suelo estableciendo una discriminación por unidad encontrada en la región.

4.2 MARCO DEMOGRÁFICO

Tabla 1. Población y vivienda San Juan de Río Seco

Municipio /Dpto.	Año						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
San Juan de Río Seco	9.792	9.630	9.469	9.692	9.687	9.708	9.696
Cundinamarca	2.280.037	2.318.959	2.358.115	2.397.511	2.437.151	2.477.036	2.517.215

Fuente: DANE- XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda – 1993

DANE- Censo General 2005

La población total del Municipio de San Juan de Rioseco es de 9.696 habitantes (Censo DANE 2005), de los cuales el 29,14% de la población es urbana y el 70,86% se encuentra en el sector rural, las veredas y los centros poblados. La evolución de la población de acuerdo a los diferentes censos ha venido decreciendo, especialmente en la zona urbana, contraria a la tendencia nacional.

Según el sistema de SISBEN W2 implementado en el año 2002 con una aplicación de 9 años presenta una población de 11.182 habitantes en el municipio a 14 de Diciembre de 2011, para un total de 2820 familias de las cuales 892 están ubicadas en la zona Urbana y 1928 en la zona rural. La población por nivel de SISBEN está de la siguiente forma:

Tabla 2. Población por nivel de SISBEN

Población Nivel 1	7.067
Población Nivel 2	3.699
Población Nivel 3	400

Según del sistema de SISBEN III, actualmente arroja la siguiente información: 2927 hogares, de los cuales 893 son urbanos y 1.929 rurales, la población por edades es la siguiente:

Tabla 3. Población por edades

RANGO DE EDADES EN AÑOS	Hombres		Mujeres		Total de tabla	
	Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%
0 - 4	297	8,0	266	7,2	563	7,6
5 - 9	330	8,8	333	9,1	663	8,9
10 - 14	388	10,4	374	10,2	762	10,3
15 - 19	314	8,4	284	7,7	598	8,1
20 - 24	184	4,9	192	5,2	376	5,1
25 - 29	150	4,0	164	4,5	314	4,2
30 - 34	188	5,0	185	5,0	373	5,0
35 - 39	172	4,6	208	5,7	380	5,1
40 - 44	219	5,9	245	6,7	464	6,3
45 - 49	245	6,6	261	7,1	506	6,8
50 - 54	229	6,1	198	5,4	427	5,8
55 - 59	254	6,8	218	5,9	472	6,4
60 - 64	182	4,9	200	5,4	382	5,2
65 - 69	200	5,4	167	4,5	367	5,0
70 - 74	138	3,7	129	3,5	267	3,6
75 - 79	104	2,8	116	3,2	220	3,0
80 - 99	137	3,7	137	3,7	274	3,7
TOTAL POBLACION	3.731	100,0	3.677	100,0	7.408	100,0

Fuente: SISBEN III³

4.3 MARCO TEÓRICO

4.3.1 Las aguas residuales urbanas.

- ❖ Aguas residuales urbanas: las aguas residuales domésticas, o la mezcla de éstas con aguas residuales industriales o con aguas de escorrentía pluvial.

- ❖ Aguas residuales domésticas: las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

- ❖ Aguas residuales industriales: todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial⁴.

De los tres posibles componentes de las aguas residuales urbanas:

- ❖ Las aguas residuales domésticas siempre estarán presentes.

- ❖ La incidencia de las aguas residuales industriales dependerá del grado de industrialización de la aglomeración urbana y de la cantidad y características de los vertidos que las industrias realicen a la red de colectores municipales.

- ❖ Las aguas de escorrentía pluvial tendrán su influencia en las aglomeraciones con redes de saneamiento unitarias (lo más frecuente) y en los momentos en que se registren lluvias. La procedencia de los tres posibles componentes de las aguas residuales urbanas y los principales contaminantes que éstas que aportan, son los siguientes:

³ Ibid. Pág. 10-11

⁴ Observatorio Medio Ambiente, Calidad del Agua, observatorio.medioambiente.gloobal.net (consultada 18 de Julio de 2015, 3:30 pm)

- ❖ Aguas residuales domésticas, que están constituidas a su vez por:
 - Aguas de cocina: sólidos, materia orgánica, grasas, sales.
- Aguas de lavadoras: detergentes, nutrientes.
- Aguas de baño: jabones, geles, champús.
- negras, procedentes del metabolismo humano: sólidos, materia orgánica, nutrientes, sales, organismos patógenos.
- ❖ Aguas residuales industriales: resultantes de actividades industriales que descargan sus vertidos a la red de alcantarillado municipal. Estas aguas presentan una composición muy variable dependiendo de cada tipo de industria.
- ❖ Aguas de escorrentía pluvial: en la mayoría de las ocasiones (sistemas de alcantarillados unitarios), las aguas de lluvia son recogidas por el mismo sistema de alcantarillado que se emplea para la recogida y conducción de las aguas residuales domésticas e industriales⁵.

4.3.2 Características de las aguas residuales urbanas.

Cada agua residual es única en sus características aunque en función del tamaño de la población, del sistema de alcantarillado empleado, del grado de industrialización y de la incidencia de la pluviometría, pueden establecerse unos rangos de variación habituales, tanto para los caudales como para las características fisicoquímicas de estos vertidos. El conocimiento de los caudales y características de las aguas residuales generadas en las aglomeraciones urbanas es básico para el correcto diseño de los sistemas de recogida, tratamiento y evacuación de las mismas. Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), deben concebirse para poder hacer frente a las variaciones diarias de caudal y carga que experimentan estas aguas.

⁵ Junta Andalucía, La depuración de las aguas residuales urbanas, www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/ (consultada 18 de Julio de 2015, 3:40 pm)

4.3.3 Calidades de las aguas residuales urbanas

Los principales contaminantes que aparecen en las aguas residuales urbanas son:

- ❖ **Objetos gruesos:** trozos de madera, trapos, plásticos, etc., que son arrojados a la red de alcantarillado
- Arenas:** bajo esta denominación se engloban las arenas propiamente dichas, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico.

- ❖ **Grasas y aceites:** sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie dando lugar a natas. Su procedencia puede ser tanto doméstica como industrial.

- ❖ **Sólidos en suspensión:** partículas de pequeño tamaño y de naturaleza y procedencia muy variadas. Aproximadamente el 60% de los sólidos en suspensión son sedimentables y un 75% son de naturaleza orgánica.

- ❖ **Sustancias con requerimientos de oxígeno:** compuestos orgánicos e inorgánicos que se oxidan fácilmente, lo que provoca un consumo del oxígeno presente en el medio al que se vierten.

- ❖ **Nutrientes (nitrógeno y fósforo):** su presencia en las aguas es debida principalmente a detergentes y fertilizantes. Igualmente, las excretas humanas aportan nitrógeno orgánico.
- **Agentes patógenos:** organismos (bacterias, protozoos, helmintos y virus), presentes en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que pueden producir o transmitir enfermedades.

- ❖ **Contaminantes emergentes o prioritarios:** los hábitos de consumo de la sociedad actual generan una serie de contaminantes que no existían anteriormente. Estas sustancias aparecen principalmente añadidas a productos de cuidado personal, productos de limpieza doméstica, productos farmacéuticos, etc. A esta serie de compuestos se les conoce bajo la denominación genérica de contaminantes

emergentes o prioritarios, no eliminándose la mayoría de ellos en las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas⁶.

4.3.4 Necesidad de depuración de las aguas residuales urbanas

El vertido de aguas residuales urbanas sin depurar ejerce sobre los cauces receptores toda una serie de efectos negativos, de entre los que cabe destacar:

❖ Aparición de fangos y flotantes. La fracción sedimentable de los sólidos en suspensión origina sedimentos en el fondo de los cauces. Además, la fracción no sedimentable da lugar a la acumulación de grandes cantidades de sólidos en la superficie y/o en las orillas de los cauces receptores formando capas de flotantes.

❖ Los depósitos de fangos y flotantes no sólo son provocan un desagradable impacto visual, sino que, debido al carácter reductor de la materia orgánica, se puede llegar a provocar el agotamiento del oxígeno disuelto presente en las aguas y originar el desprendimiento de malos olores.

❖ Agotamiento del contenido de oxígeno presente en las aguas. Los componentes de las aguas residuales fácilmente oxidables comenzarán a ser degradados vía aerobia por la flora bacteriana de las aguas del cauce, con el consiguiente consumo de parte del oxígeno disuelto en la masa líquida. Si este consumo es excesivo, el contenido en oxígeno disuelto descenderá por debajo de los valores mínimos necesarios para el desarrollo de la vida acuática. Consumido el oxígeno disponible, los procesos de degradación vía anaerobia generarán olores desagradables, al liberarse gases que son los causantes de estos olores.

❖ Aportes excesivos de nutrientes. Las aguas residuales contienen nutrientes (N y P principalmente) causantes del crecimiento descontrolado de algas y otras plantas en los cauces receptores (eutrofización). Este crecimiento excesivo de biomasa puede llegar a impedir el empleo de estas aguas para usos domésticos e industriales.

⁶ Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas, Aguas Residuales Urbanas, Disponible en alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf pág. 17-20 (consultada 18 de Julio de 2015, 3:50 pm)

❖ Daños a la salud pública. Los vertidos de aguas residuales sin tratar a cauces públicos pueden fomentar la propagación de organismos patógenos para el ser humano (virus, bacterias, protozoos y helmintos). Entre las enfermedades que pueden propagarse a través de las aguas contaminadas por los vertidos de aguas residuales urbanas, destacan: el tifus, el cólera, la disentería y la hepatitis A. Las estaciones depuradoras van a eliminar una elevada proporción de los contaminantes presentes en las aguas residuales, vertiendo efluentes depurados, que puedan ser asimilados de forma natural por los cauces receptores. Puede, por tanto, considerarse a las estaciones de tratamiento como un «complemento artificial» de los procesos naturales que se dan en las masas acuáticas al haberse sobrepasado ampliamente su capacidad de autodepuración⁷.

4.3.5 Sistemas de purificación de aguas residuales. Las consideraciones que se deben tener en cuenta cuando de implementar un sistema de purificación de agua son:

❖ Efectuar el análisis del agua: permite conocer los contaminantes que se están generando que consiste en la recolección y caracterización de muestras en un tiempo y lugar establecido ante los parámetros importantes de conocer están el oxígeno disuelto, la temperatura, y el pH entre otros.

❖ Sistema de Filtración: la Filtración como proceso físico-mecánico permite retener los sólidos en suspensión en el agua a través de una malla (filtro).

Existen varios tipos de sistemas de purificación de aguas, dentro de los que se destacan los de tratamiento biológico, tratamiento anaerobio y los humedales artificiales.

4.3.5.1 Sistemas de tratamiento biológico. Los sistemas de tratamiento biológico buscan ante todo reducir el contenido en materia orgánica de las aguas, reducir su contenido en nutrientes, y eliminar los patógenos y parásitos, por medio de procesos aeróbicos y anaeróbicos, en los cuales la materia orgánica es metabolizada por diferentes cepas bacterianas. Para ello se pueden construir estanques de lodos activos, o estanques para tratamiento anaerobio.

⁷ Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas, Aguas Residuales Urbanas, Disponible en alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf pág. 25 (consultada 18 de Julio de 2015, 4:00 pm)

En los estanques de lodos activos, el tratamiento se lleva a cabo mediante difusión de aire por medios mecánicos en el interior de tanques, para que los microorganismos formen flocos que, posteriormente, se dejan sedimentar en un tanque de clarificación.

El sistema básico está compuesto por dos tanques, uno de aireación y otro de clarificación por los que se hace pasar los lodos varias veces. Con estos dos tanques se logra la oxidación de la materia biodegradable en el tanque de aireación y posteriormente la floculación que permite la separación de la biomasa nueva del efluente tratado, logrando con ello una remoción de hasta un 90% de la carga orgánica.

Si bien el sistema es efectivo, requiere de instalaciones costosas y la instalación de equipos electromecánicos con alto consumo energético, además de instalaciones para la disposición de un gran volumen de lodos que requieren de un tratamiento posterior por medio de reactores anaeróbicos y/o su disposición en rellenos sanitarios bien instalados.

4.3.5.2 Tratamiento anaerobio.

A diferencia del tratamiento anterior, éste está conformado por una serie de procesos microbiológicos, dentro de un recipiente hermético, que se encargan de la digestión de la materia orgánica con producción de metano. Durante el proceso intervienen diferentes tipos de microorganismos pero dirigido principalmente por bacterias⁸.

Este sistema requiere de instalaciones menos costosas, no hay necesidad de suministrar oxígeno por lo que el proceso es más económico y el requerimiento energético es menor. Como consecuencia de lo anterior se produce una menor cantidad de lodo (20% en comparación con un sistema de lodos activos), con la ventaja de que el lodo se puede disponer como abono, mejorando los suelos, además de la producción de un gas útil.

4.3.5.3 Humedales artificiales. Los humedales artificiales son sistemas en los que la reproducción controlada, de las condiciones existentes en los sistemas lagunares o de aguas lenticas, es la naturaleza la que efectúa la purificación del agua, mediante una mezcla de procesos bacterianos aerobios-anaerobios que

⁸ PEDROZO MARTINEZ HAROLD, Evaluación para la construcción de Sistemas Sépticos, Universidad Pontificia Escuela de Ingeniería y Administración (2011) pág. 20-22 (consultada el 18 Julio de 2015, 4:00 pm)

sucedan en el entorno de las raíces de las plantas hidrófilas, las cuales a la vez que aportan oxígeno consumen los elementos aportados por el metabolismo bacteriano y lo transforman en follaje.

El sistema no requiere de instalaciones complejas, por consiguiente el costo de mantenimiento muy bajo, por cuanto integra al paisaje natural propiciando incluso refugio a la vida silvestre, aunque requiere de una mayor área.

4.3.6 Tratamiento de aguas a nivel domiciliario. El tratamiento a nivel domiciliario está en relación directa con la cultura de consumo, obedeciendo a los mismos principios que las grandes plantas depuradoras, mejorando la eficiencia en la relación costo por m³ de agua tratada, pero requiere de la implementación de principios básicos como la separación de las aguas grises y negras, el consumo racional y limitado de detergentes y la exclusión de productos químicos agresivos en la limpieza cotidiana.

4.3.6.1 Aguas Grises y Negras. Por aguas grises se entiende aquellas que son usadas para la higiene corporal, el aseo de la casa y la limpieza de utensilios, es decir, aguas con jabón, algunos residuos grasos de la cocina y detergentes biodegradables, que deben ser oxigenadas en corto tiempo, de lo contrario pueden transformarse en aguas negras.

El tratamiento requiere de espacio verde suficiente, aprovechando la capacidad de oxigenación y asimilación de las plantas del jardín o el huerto mediante un sistema de drenaje de enramado.

Si no se cuenta con espacio suficiente, las aguas grises se deben someter a un tratamiento previo que reduzca el contenido de grasas y de materia orgánica en suspensión, para posteriormente ser mezcladas con las aguas negras y pasar a un tren de tratamiento.

Las aguas negras son las que resultan de los sanitarios y que por su potencial de transmisión de parásitos e infecciones conviene tratar por separado.

En este caso es importante tener presente que el sistema de tratamiento más adecuado debe involucrar además de las condiciones específicas del medio ambiente la parte cultural, por cuanto no solo debe contemplar eficacia en sí de la depuración, sino también la relación de los elementos circundantes, las necesidades particulares, el costo, el mantenimiento, el reúso, y la utilización o disposición de los subproductos de la depuración.

4.3.6.2 La Fosa Séptica.

Las fosas sépticas tienen como propósito liberar los acuíferos de contaminación; sin embargo, tienden a confundirse con pozos negros o de absorción, en los que las aguas son infiltradas al suelo sin un verdadero tratamiento. Otra utilidad de las fosas sépticas son los tanques de sedimentación y almacenamiento que son vaciados periódicamente, para trasladarlos a un sitio sin ningún control causando deterioro al medio ambiente⁹.

La fosa séptica más común es la tanque de tres cámaras con una secuencia de tratamiento, en la que la primera cámara de sedimentación cumple la función de trampa de grasas, la segunda con condiciones anaerobias reduce la carga orgánica disuelta, y en la tercera cámara ocurre la sedimentación clarificando el agua antes de ser dispuesta en un campo de oxidación.

La desventaja de este sistema es que en las cámaras se acumular lodos hasta el punto de saturación, con incremento de la fase anaerobia, por lo que el efluente debe ser tratado en un campo de oxidación antes de infiltrar al suelo y los lodos extraídos necesitan tratamiento adicional.

4.3.6.3 Sistema Mixto. Con el sistema mixto de tratamiento domiciliario se logra la máxima remoción en el menor espacio posible combinando digestores para aguas negras, lechos vegetales, sistemas de enramado, aireadores, etc., mediante la adaptación práctica de los diferentes sistemas en un todo integrado que se adapte a las necesidades específicas de cada lugar.

4.3.6.4 Biodigestores Anaerobios. Los digestores anaerobios están adquiriendo una importancia trascendental en el tratamiento de excretas animales, la producción de biogás, la purificación de aguas residuales, y la elaboración de biofertilizantes.

Estos biodigestores pueden ser de:

- ❖ Flujo continuo, recibiendo la carga por medio de una bomba que mantiene una corriente continua.
- ❖ Flujo semicontinuo, que recibe carga fija cada día y aportan la misma cantidad.

⁹ Ibid. pág. 23 (consultada el 18 Julio de 2015, 4:10 pm)

- ❖ Estacionarios, que se cargan de una sola vez y pasado el tiempo de retención se vacían completamente

4.3.7 Depuración de aguas.

Este es el nombre que reciben los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de productos de desecho arrastrado por el agua y procedente de viviendas e industrias.

Este procedimiento cobró importancia progresivamente desde principios de la década de 1970 como resultado de la preocupación general expresada en todo el mundo sobre el problema, cada vez mayor, de la contaminación humana del medio ambiente, desde el aire a los ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas, por los desperdicios domésticos, industriales, municipales y agrícolas¹⁰.

4.3.7.1 Transporte de Aguas Residuales. El transporte de aguas residuales desde su punto de origen hasta las instalaciones depuradoras se realiza mediante un sistema de tuberías, clasificadas de acuerdo al tipo de agua residual que circule por ellas.

Generalmente se han propiciado dos tipos de conducción de aguas residuales. Las provenientes de aguas lluvias y las residuales domésticas, aunque en algunas ciudades se fusionan mediante sistemas de conducción combinadas. Generalmente funcionan en las zonas viejas de las áreas urbanas.

Esto resulta más eficaz porque excluye el gran volumen de líquido que representa el agua de escorrentía, flexibilizando el trabajo de la planta depuradora y minimizando la contaminación originada por escape o desbordamiento que se produce cuando el conducto no es lo adecuado para transportar el flujo combinado.

Las instalaciones domésticas suelen conectarse mediante tuberías de arcilla, hierro fundido o PVC con diámetros que oscilan entre los 8 y 10 cm y el tendido de alcantarillado, con tuberías maestras de mayor diámetro, que pueden estar situados a lo largo de la calle a unos 1,8 m o más de profundidad.

¹⁰ Tripod, Deppuracion de Aguas, disponible en manejo.tripod.com/n_de_aguas.htm (consultada el 18 de Julio de 2015, 4:15 pm)

Contrariamente a lo que ocurre en el tendido de suministro de agua, las aguas residuales circulan por el alcantarillado más por efecto de la gravedad que por el de la presión.

Por tal motivo la tubería está inclinada para permitir un flujo de una velocidad de al menos 0,46 m por segundo, ya que a velocidades más bajas la materia sólida tiende a depositarse. Los desagües principales para el agua de lluvia son similares a los del alcantarillado, salvo que su diámetro es mucho mayor. En algunos casos, como en el de los sifones y las tuberías de las estaciones de bombeo, el agua circula a presión.

Tradicionalmente las canalizaciones urbanas desaguan en interceptadores, que forman una línea de enlace hacia planta depuradora de aguas residuales, El diámetro de los interceptadores y los tendidos de enlace, depende de la densidad poblacional de cada ciudad y el crecimiento que tenga.

4.3.8 Pozos Sépticos. Es quizás el más tradicional de los sistemas para tratar aguas residuales, tanto en zonas rurales, como urbanas especialmente en zonas que no tienen servicio de alcantarillado consistiendo en un cajón enterrado y sellado que recibe las aguas que se utilizan en la casa.

Existen dos sistemas de pozos sépticos: La fosa séptica y el pozo séptico propiamente dicho. La primera quita los sólidos sedimentarios y flotantes del agua negra y el sistema de absorción filtra y trata el efluente clarificado de la fosa séptica, permitiendo quitar la materia sólida. Por su parte el pozo séptico, permite digestión de una porción de materia sólida y almacena la porción no digerida. En ambos compartimientos se lleva a cabo la digestión de la materia orgánica por parte de microorganismos anaeróbicos.

La materia sólida restante se acumula en el tanque. Luego, según las condiciones del terreno se usa un filtro anaeróbico, un pozo de absorción y un campo de infiltración. Estos son de larga vida, pero para que funcionen correctamente hay que limpiarlos con regularidad y darles un correcto uso¹¹.

Las nuevas tecnologías han generado un Catalizador Bio-Orgánico, “BOC”, composición catalizadora que significativamente acelera las habilidades de la conversión biológicas que naturalmente ocurren en la naturaleza, acelerando las reacciones biológicas por agrupación de bacterias, alimento y oxígeno

11 Tratamiento y purificación del Agua, plantas Piloto www.lenntech.es/agua (consultada 18 de Julio de 2015, 4:30 pm)

produciendo una drástica reducción de las condiciones generadoras de gas sulfhídrico y amoníaco, provenientes de la descomposición anterior de la materia orgánica y aminoácidos.

4.3.9 Contaminación de aguas subterráneas. La mayor preocupación sobre la contaminación de agua subterránea está relacionada con la contaminación asociada con actividades humanas, especialmente en la disposición de residuos tales como aguas residuales en sistemas privados, residuos sólidos en basureros, depósitos de lodos, depósitos de residuos salinos de la industria

5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES

5.1 DISPOSICIÓN GENERAL DEL SISTEMA PARA VIVIENDA RURAL

El diseño elaborado es el soporte técnico del sistema de tratamiento de aguas residuales, propuesto para una casa de seis habitantes, que es el promedio más común en la zona rural. Consta de un tanque séptico, un filtro anaeróbico y un humedal artificial, acompañados de una trampa de grasas y una caja de inspección, elementos necesarios para el buen funcionamiento del sistema lo cual se constituye en una sencilla y económica solución.

Una vez separadas las aguas de duchas, sanitarios y sumideros en general aguas duras y aguas residuales corrientes, estas últimas tendrán como un pre-tratamiento una trampa de grasas, que tendrá como función la remoción de residuos de material graso, los cuales perjudican el sistema. Después se unen los afluentes en una caja de inspección y mantenimiento, para entrar a la estructura del tanque séptico donde se iniciará una fase de tratamiento primario con la retención apropiada a la clase típica de descarga. Luego pasará, a otro tanque, que tiene la función de filtro anaeróbico, que se constituirá en el tratamiento secundario, que mejorará la calidad del efluente primario, luego será conducido finalmente un humedal artificial, para ser depurado por procedimientos naturales.

Es importante anotar que existe una estructura construida, la cual consiste en un tanque enterrado, que se encuentra totalmente lleno por lo cual no ofrece ninguna garantía de servicio y se determina construir el sistema aquí enunciado.

5.1.1 Parámetros de diseño. Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Es función de la Dirección de Servicios Públicos Domiciliarios DSPD, a través de la Junta Técnica Asesora del reglamento establecer los mecanismos, procedimientos y metodologías para la revisión, actualización y aceptación de los parámetros y valores para el diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.

5.1.2 Estimación del consumo medio diario por habitante (DNETA). Corresponde a la dotación neta, es decir, a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades. La dotación se establece de acuerdo a factores como clima, nivel de vida, calidad del agua,

disponibilidad del servicio, cobertura etc., Según la resolución 2320 de 2009 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (modifica parcialmente el RAS-2000). Establece que para sistemas con nivel de complejidad bajo, como en este caso la dotación se encuentra entre 90 L/hab.día y 100 L/hab.día (ver tabla siguiente). Como el Predio es de nivel de complejidad bajo y de clima cálido, se tomó el valor de 100L/hab.día, para todos los cálculos que se realizaron.

Tabla 4. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema

Nivel De Complejidad Del Sistema	Dotación Neta Máxima Para Poblaciones Con Clima Frio O Templado (L/Hab . Dia)	Dotación Neta Máxima Para Poblaciones Con Clima Cálido (L/Hab .Dia)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio Alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: Resolución 2320 de 2009

Teniendo en cuenta que la población máxima en el predio será de 6 habitantes, el nivel de complejidad que corresponde es el de complejidad bajo. Adoptándose para el presente estudio una Dotación Neta Máxima de 100 L/hab. día

5.1.3 Caudal de aguas residuales domésticas (QD).

El aporte doméstico (QD) está dado por la expresión:

$$Q_D = \frac{P * D_{neta} * FR}{86400}$$

Donde:

P= La población servida puede ser estimada como el producto de la densidad de población (D) y el área residencial bruta acumulada de drenaje sanitario. Esta área debe incluir las zonas recreacionales. Esta forma de estimación es válida donde esté definida la densidad de población. Alternativamente, P puede ser

estimada a partir del producto del número de viviendas planificadas en el área de drenaje y el número medio de habitantes por vivienda¹².

D_{neta} = Corresponde a la dotación neta, es decir, a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades. La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema, del clima de la localidad y del tamaño de la población. Su estimación debe hacerse con base en la resolución 2320 de 2009.

Fr = El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo. Cuando esta información resulte inexistente o muy pobre, pueden utilizarse como guía los rangos de valores de R descritos en la tabla N°.2.

Tabla 5. Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,7- 0,8
Medio alto y alto *	0,8- 0,85

Fuente RAS 2000 D.2.2.1

Para este estudio se adopta como coeficiente de retorno 0.8 por nivel de complejidad

Caudal de aguas residuales domésticas (Q_D)

$$Q_D = \frac{P * D_{neta} * FR}{86400}$$

$$Q_D = \frac{6 Hab * \frac{100L}{Hab} . dia * 0.8}{86400}$$

$$Q_D = 0.01 L/S$$

12 REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS – 2000. Ministerio De Desarrollo Económico Dirección De Agua Potable Y Saneamiento Básico. Bogotá D.C. Noviembre de 2000 Título D pág. 34

Caudal medio diario de aguas residuales (Qmd).

El caudal medio diario de aguas residuales (Qmd) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos (QD), industriales (QI), comerciales (QC) e institucionales (QIN).

$$Q_{DT}=Q_{MH}+Q_{INF}+Q_{CEF}$$

Dado que para el Predio, no se tienen en cuenta el aporte de los caudales industriales, comerciales e institucionales, se asume que el caudal de aportes es domésticos (QD) es el caudal medio diario (QMD).

Caudal de conexiones erradas (QCE)

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, QCE. Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. En la tabla 3 se dan como guía valores máximos de los aportes por conexiones erradas, en caso de que exista un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias

Tabla 6. Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L / s·ha)
Bajo y medio	0,2
Medio alto y alto	0,1

Fuente: RAS 2000, D.3.2.2.6

Caudal de Infiltración (QINF)

Es inevitable la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son completamente impermeables. En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte

puede establecerse con base en los valores de la tabla 4. La categorización de la infiltración en alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación¹³.

Tabla 7. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L / s·ha)	Infiltración media (L / s·ha)	Infiltración baja (L / s·ha)
Bajo y medio	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
Medio alto y alto *	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

Fuente: RAS 2000, D.3.2.2.7

Factor de mayoración (F)

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor de mayoración debe ser estimada a partir de mediciones de campo. Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como las de Harmon y Babbit, válidas para poblaciones de 1 000 a 1.000.000 habitantes, y la de Flores, en las cuales se estima F en función del número de habitantes. Para efectos del presente estudio se tomó el factor de mayoración de Flores.

$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}}$$

$$F = 2.93$$

En general el valor de F debe ser mayor o igual a 1,4.

¹³ Ibid. Título D pág. 37

El factor F debe calcularse tramo por tramo de acuerdo con el incremento progresivo de población y caudal. Para este proyecto del Predio, no se tiene en cuenta este factor puesto que no se presentara crecimiento progresivo de la población; por estar definidas las cantidades de viviendas y no presentar áreas para expansión para nuevas viviendas. Se asume que el caudal de aportes es domésticos (QD) y a su vez es el caudal máximo Horario (QMH).

Caudal de diseño. El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, QMH, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Se asume que el caudal de aportes es domésticos (QD) a su vez es el caudal máximo Horario (QMH).

$$\begin{aligned}Q_{DT} &= Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEf} \\Q_{DT} &= 0.01 + 0.005 + 0.02 \\Q_{DT} &= 0.035 \text{ LPS}\end{aligned}$$

Bajo esta condiciones de caudal de la Corporación Autónoma Regional (CAR), establece que no se requiere de una planta de tratamiento de aguas residuales, para este caso los caudales inferiores de 0,03 la CAR recomienda un sistema primario el cual costa de una trampa de grasas y un tanque séptico.

Sistemas de tratamiento en el sitio de origen.

Definición, información necesaria, estudios mínimos.

Definición. Los sistemas de tratamiento en el sitio son aquellos que se utilizan en lugares aislados, donde no existen redes de alcantarillado, o donde se requiere remover la cantidad de sólidos suspendidos antes de verter el agua residual al sistema de alcantarillado. Para comunidades de más de 200 habitantes se deben hacer estudios y recopilar información necesaria.

Información necesaria. Antes de proceder a diseñar un sistema de tratamiento en el sitio, es necesario obtener la siguiente Información:

- ❖ Cantidad y calidad del agua residual.
- ❖ Temperatura (media mensual y anual)
- ❖ Uso de la tierra
- ❖ Zonificación
- ❖ Prácticas agrícolas
- ❖ Requerimientos de calidad para descargas superficiales y subsuperficiales

- ❖ Información de los cuerpos de agua de la zona

Estudios mínimos. Antes de proceder a implantar un sistema de tratamiento en el sitio, deben realizarse los siguientes estudios:

- ❖ Inspección visual
- ❖ Revisión de estudios previos hechos en la zona.

5.1.4 Trampas de grasas. “Son tanques de flotación donde la grasa sube a la superficie, y es retenida mientras el agua clarificada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico”¹⁴. La función más importante de la trampa de grasas, es evitar que las grasas y jabones disminuyan la eficiencia de las etapas siguientes del tratamiento complementario del efluente. Las aguas residuales provenientes de la vivienda suelen contener gran cantidad de grasa y jabón, que de no ser retenida pueden llegar al tanque séptico, luego al filtro anaeróbico y al humedal, e interferir en la descomposición biológica, al obstruir los poros de los medios filtrantes y hacer que los tanques sépticos fallen antes de tiempo, por acumulación de grasa.

Requisitos para la ubicación y construcción de una trampa de grasas.

- ❖ El sitio escogido debe ser fácilmente accesible para su limpieza o extracción de las grasas acumuladas.
- ❖ Las trampas de grasa se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionadas y con fácil acceso para limpiarlas. No se permitirá colocar encima o inmediato a ello maquinarias o equipo que pudiera impedir su adecuado mantenimiento.

Predimensionamiento:

La estructura es una caja de mampostería pañetada e impermeabilizada. El predimensionamiento se realiza de acuerdo con las características propias y el caudal del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo expresada en kg de grasa debe ser de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño (caudal máximo horario) expresado en litros por minuto.

¹⁴ Ibid. Título E pág. 28.

Caudal de diseño:

$$Q_{DT} = 0.035 \frac{L}{Seg} * \frac{60 Seg}{1 min} = 2.1 \frac{L}{min}$$

El tanque debe tener 0.25m² de área por cada litro por segundo, una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:18, una velocidad ascendente mínima de 4mm/s. En las tablas siguientes se pueden ver los caudales y capacidades de retención y los tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa respectivamente.

Capacidad de retención: Considerando la tabla siguiente del título E de las normas RAS 2000, considerando el tipo de afluente tenemos un caudal de 2.1 L/min , y tomamos una capacidad de retención de grasas de 14kg.

Tabla 8. Capacidades de Retención de grasas

Tipo de afluente	Caudal (L/min)	Capacidad de retención de grasa (kg)	Capacidad máxima recomendada (L)
Cocina de restaurante	56	14	190
Habitación sencilla	72	18	190
Habitación doble	92	23	240
Dos habitaciones sencillas	92	23	240
Dos habitaciones dobles	128	32	330
Lavaplatos para restaurantes			
<i>Volumen de agua mayor de 115 litros</i>	56	14	115
<i>Volumen de agua mayor de 190 litros</i>	92	23	240
<i>Volumen entre 190 y 378 litros</i>	144	36	378

Fuente: RAS 2000, E.3.3.2

Tiempo de retención (Tr) :

Tabla 9. Tiempos de retención hidráulicos

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	2 - 9
4	10 - 19
5	20 o más

Fuente: RAS 2000, E.3.3.3

Tomamos 3 minutos

Volumen efectivo de la trampa de grasa (v):

$$V = Q * Tr$$

$$V = 0.035 \frac{L}{Seg} * \frac{60 Seg}{1 min} * 3 min$$

$$V = 6,3L$$

$$V = 6,3 \times 10^{-3} m^3$$

La trampa de grasas trabajara con un caudal aproximado de $0,035 \frac{L}{Seg}$ y tendrá un volumen de $6,3 \times 10^{-3} m^3$

La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m, y la profundidad máxima debe estar entre 1.40m – 1.50m.

Tomamos una profundidad de 1.40 m

Altura efectiva (he): Debe estar entre 1.25 m – 1.35 m. Tomamos 1.25 m.

Dimensiones: La relación largo: ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2. Tomamos la relación 2:1

Área:

$$A = \frac{V}{he}$$

$$A = \frac{6,3 \times 10^{-3} m^3}{1.25 \text{ m}}$$

$$A = 0.0050 \text{ m}^2$$

Nota: como las dimensiones de la unidad trampa de grasas son muy pequeñas por sistema constructivo se recomienda implementar trampa de grasas con las siguientes medidas como mínimo de 0.50 m de ancho y 1 m de longitud.

Características de diseño de la trampa de grasas

Se obtiene de asumir un ancho de 0.50m y una longitud de 1m.

La profundidad de la trampa de grasas debe ser de 1.25m ya que hay que garantizar que el tubo de salida tenga una sumergencia mínima de 0.90 m por ende la dejamos de 0.95 m ya que la profundidad no deberá ser por lo menos de 0,90 m.

La entrada (afluente) a la trampa de grasas se hará por medio de codo de 90° y un diámetro de 100 mm (4"). La salida (efluente) será por medio de una tee con un diámetro de 100 mm (4").

La trampa contará con una pantalla divisoria que deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel del líquido.

Este tanque debe tener una tapa de concreto reforzado removible.

Debe evitarse el contacto con insectos, roedores, etc.

Operación y mantenimiento.

Las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores. La frecuencia de limpieza debe determinarse con base en la observación. Generalmente, la limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo¹⁵.

15 Ibid. Titulo E pág. 29.

5.1.5 Diseño hidráulico tanque séptico. El sistema de tratamiento para aguas residuales domésticas para pequeñas comunidades, como es el área estudio, permitirá implementar un sistema tipo tanque séptico, ya que estos contemplan una máxima eficiencia para 350 habitantes. Debido a sus características se recomienda por la densidad de habitantes que tendrá, es decir; 6 habitantes, este sistema se encuentra especialmente diseñado para zonas rurales y consiste entonces, en tres etapas:

❖ **Primera Etapa:** esta etapa consiste en un sedimentador de las partes gruesas que van al fondo y donde las partículas livianas y las grasas se acumulan en la parte superior. En el tanque, al darse la acumulación de partículas, se define una primera etapa de tratamiento, y al darse una primera descomposición de la materia, por las condiciones anaerobias y la biodigestión lograda, se entra en lo conocido como avance de una siguiente etapa biológica de tratamiento.

El buen funcionamiento de estos tanques sigue los principios básicos de la sedimentación, debiéndose entonces guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud de la unidad que se construya; Así como una profundidad mínima de 1 m. En estos tanques se definen varias capas. La zona de almacenamiento, en el fondo, sitio para la acumulación de los sólidos o lodos; en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos con materia orgánica disuelta, sobre estos se encuentran las grasas o natas y por último se tiene el espacio libre apropiado para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de la materia. El material sedimentado (los sólidos) forma una capa de lodos o fango en el fondo del depósito, que degrada biológicamente por el tiempo de permanencia y la acción de los microorganismos. Es un producto que debe extraerse periódicamente solo máximo el 20% del volumen de estos.

❖ **Segunda Etapa:** es la que se cumple con los drenajes. En esta etapa se dan dos situaciones: una de ellas es la continuidad del tratamiento secundario, por medio de la biodegradación de la materia orgánica disuelta en el efluente del tanque. Este procedimiento es realizado por las bacterias adheridas a las piedras; la otra situación, es la que representa la capacidad de absorción del terreno existente.

❖ **Tercera Etapa** se refiere a la remoción, tratamiento y disposición de los lodos. De cualquier sistema de tratamiento que se aplique a los líquidos que evacuan excrementos u otros desechos orgánicos, siempre se obtendrá como materia básica sedimentada o mineralizada lo que comúnmente se llaman

lodos. Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas, y que por lo general se depositan en el fondo de los sistemas de tratamientos integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Los lodos son una masa acuosa, semilíquida, por su concentración de materia y bacterias, en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las mismas aguas que las tratan.

Localización. Deben conservarse las siguientes distancias mínimas:

- ❖ 1.50 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros y campos de infiltración.
- ❖ 3.0 m distantes de árboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- ❖ 15.0 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza¹⁶.

Volumen útil del tanque séptico. Para el cálculo del volumen útil del tanque séptico, se trabajó con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000.

Se recomienda el siguiente criterio:

$$Vu = 1000 + Nc (CT + KLf)$$

Nc = Número de Contribuyentes

C = Contribucion de aguas Residuales

T = Tiempo de Retencion

K = Valores de tasa de acumulacion de lodos digeridos

Lf = Lodo fresco

¹⁶ Ibid. E pág. 30.

Tabla 10. Contribución de aguas residuales por persona

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales (c) y lodo fresco lf (l / dia)	
		C	Lf
Ocupantes permanentes			
Residencia			
Clase alta	Persona	160	1
Clase media	Persona	130	1
Clase baja	Persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina)	Persona	100	1
Alojamiento provisional	Persona	80	1
Ocupantes temporales			
Fábrica en general	Persona	70	0.30
Oficinas temporales	Persona	50	0.20
Edificios públicos o comerciales	Persona	50	0.20
Escuelas	Persona	50	0.20
Bares	Persona	6	0.10
Restaurantes	Comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	Local	2	0.02
Baños públicos	Tasa Sanitaria	48	4.0

Fuente RAS 2000, E.7.2.1

Tabla 11. Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	Días	horas
Hasta 1,500	1.00	24
De 1,501 a 3,000	0.92	22
De 3,000 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	Días	horas
7,501 a 9,000	0.58	14
más de 9,000	0.50	12

Fuente RAS 2000, E.7.2.1

Tabla 12. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t \geq 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente RAS 2000, E.7.2.1

Se toma como base para el cálculo 6 habitantes por vivienda y una contribución de agua residual de 100 L/hab .dia

Población servida: 6 Habitantes (Promedio familia clase Baja)

Caudal promedio A.R: 100 L/Hab.Día (Sugerido por normas RAS 2000)

Caudal de diseño:

$$6\text{Hab} * 100 \text{ L/Hab. Día} = 600 \text{ L/día}$$

$$6\text{Hab} * 0.100 \text{ m}^3/\text{Hab. día} = 0.60 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\frac{0.60 \text{ m}^3/\text{día}}{86400} = 6,94 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sg}$$

Temperatura Promedio. 21° centígrados

Volumen útil del tanque séptico

$$Vu = 1000 + Nc (CT + KLf)$$

Nc = Numero de Contribuyentes (6 hab)

C = Contribucion de aguas Residuales (100 l/dia)

T = Tiempo de Retencion (1 dia)

K = Valores de tasa de acumulacion de lodos digeridos(57)

Lf = Lodo fresco(1)

$$Vu = 1000 + Nc (CT + KLf)$$

$$Vu = 1000 + 6 (100 * 1 + 57 * 1)$$

$$Vu = 1942 L$$

$$Vu = 1.94 m^3$$

5.1.6 Calculo de dimensiones internas.

Geometría. Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Tomamos los prismáticos rectangulares en los que se requiere mayor área horizontal o mayor profundidad.

Medidas internas mínimas recomendadas

Profundidad útil. Debe estar entre los valores mínimos y máximos dados en la tabla siguiente de acuerdo con el volumen útil obtenido.

Diámetro interno mínimo de 1.10 m, el largo interno mínimo de 0.80 m y la relación ancho / largo mínima para tanques prismáticos rectangulares de 2 : 1 y máxima de 4 : 1

Número de cámaras

Tanques prismáticos rectangulares: dos cámaras en serie.

Profundidad útil

Dado el volumen obtenido se define la fórmula de profundidad útil de acuerdo a la tabla siguiente de la norma RAS 2000

Tabla 13. Valores de profundidad útil

Volumen útil (m ³)	Profundidad útil mínima (m)	Profundidad útil máxima (m)
Hasta 6	1.2	2.2
De 6 a 10	1.5	2.5
Más de 10	1.8	2.8

Fuente: RAS 2000, E.3.4.3.3

hu = PROFUNDIDAD UTIL DEL POZO SEPTICO

$$hu = 1.7 \text{ m}$$

Au = AREA UTIL DEL POZO SEPTICO

$$Au \text{ (m}^2\text{)} = Vu \text{ (m}^3\text{)}/hu\text{(m)}$$

$$Au \text{ (m}^2\text{)} = 1.94 \text{ m}^3/1.7 \text{ m}$$

$$Au = 1.14 \text{ m}^2$$

L = LONGITUD TOTAL INTERNA

$$\sqrt{L = \frac{3 * V}{H}}$$

$$\sqrt{L = \frac{3 * 1.94 \text{ m}^3}{1.7 \text{ m}}}$$

$$\sqrt{L = 3.42 \text{ m}^2}$$

$$L = 1.85 \text{ m}$$

ANCHO INTERNO DEL POZO SEPTICO

$$\text{Ancho} = \frac{\text{Long}}{3}$$

$$\text{Ancho} = \frac{1.85 \text{ m}}{3}$$

$$\text{Ancho} = 0.62 \text{ m} \approx 1 \text{ m por diseño}$$

PR = PERIODO DE RETENCION HIDRAULICA

$$PR = (1.5 - 0.3) * \text{Log} (P * q)$$

$$PR = (1.5 - 0.3) * \text{Log} (6 * 100)$$

$$PR = 3.33 \text{ dias}$$

Donde:

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

P = Población servida

q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, Lt/habitante.dia.

LARGO DEL PRIMER COMPARTIMIENTO L1 (m)

$$L1 = \frac{2}{3} * L$$

$$L1 = \frac{2}{3} * 1.85 \text{ m}$$

$$L1 = 1.23 \text{ m}$$

LARGO DEL SEGUNDO COMPARTIMIENTO L2 (m)

$$L2 = L - L1$$

$$L2 = \frac{1}{3} * 1.85 \text{ m}$$

$$L2 = 0.62 \text{ m}$$

$$\text{BORDE LIBRE BL (m)} = 0.3 \text{ m}$$

PROFUNDIDAD TOTAL ht ((m))

$$ht = hu + BL$$

$$ht = 1.7 \text{ m} + 0.3 \text{ m}$$

$$ht = 2 \text{ m}$$

Ventajas. Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, parques y moteles.

Limpieza no frecuente.

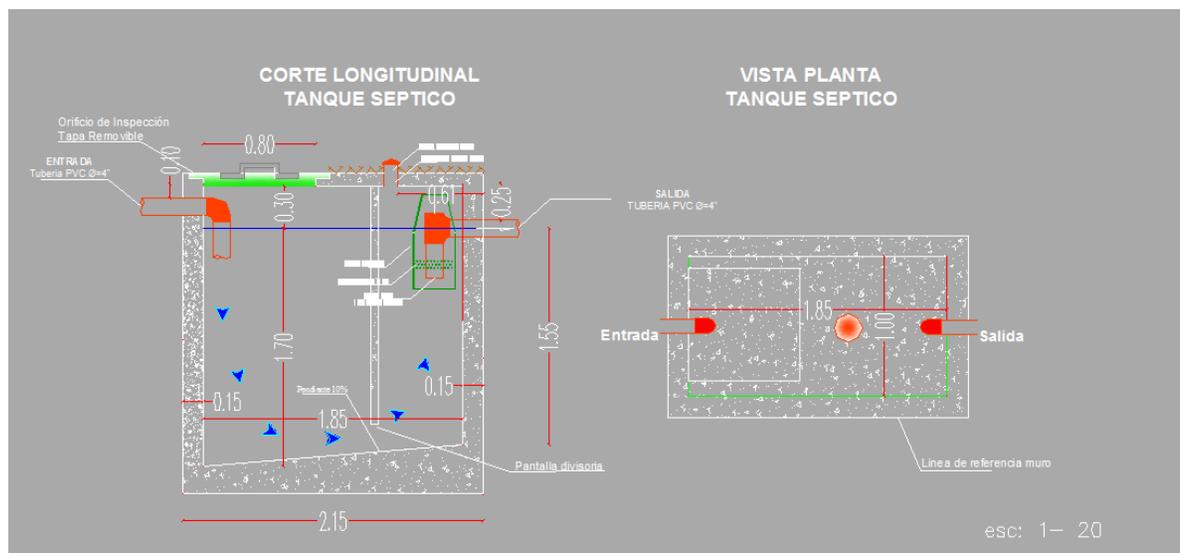
Tiene un bajo costo de construcción y operación.

Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

Desventajas. Uso limitado para un máximo de 350 habitantes. También de uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo.

Requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bombas de vacío).

Figura 5. Diseño del tanque séptico



5.1.7 Cálculo del filtro anaeróbico. El filtro anaeróbico es un tanque de concreto o ladrillo, alimentado por el fondo, a través de una cámara difusora. El efluente entra a través de esta y sube por entre los intersticios dejados por el agregado, formando una película biológicamente activa, la cual degrada una parte importante de la materia orgánica. Con este sistema, la eficiencia en remoción de DBO₅ es altamente dependiente de la temperatura, que en general podría ser del orden de 70%.

En este caso el filtro se coloca después del tanque séptico para el dimensionamiento del filtro anaeróbico se usa generalmente un volumen unitario de 0,05 m³ por habitante servido, un lecho filtrante de 40 cm de gravas pequeñas de 12 a 18 mm de fondo y una capa superior de 10 cm de espesor, de arenas gruesas y gravas finas de 3 a 6 mm.

Sin embargo se considera que la altura óptima de medio es de 120cm.

La pérdida de energía hidráulica en el filtro es de 3 a 15 cm, en condiciones normales de operación.

Pre-dimensionamiento;

Metodología de cálculo

Para determinar el volumen del filtro anaerobio se recomienda utilizar la siguiente ecuación:¹⁷

$$V_r = \theta_2 * Q_d$$

θ_2 = tiempo de retención

Q_d = Caudal de diseño

$$V_r = 1 * 0.60 \text{ m}^3/\text{día}$$

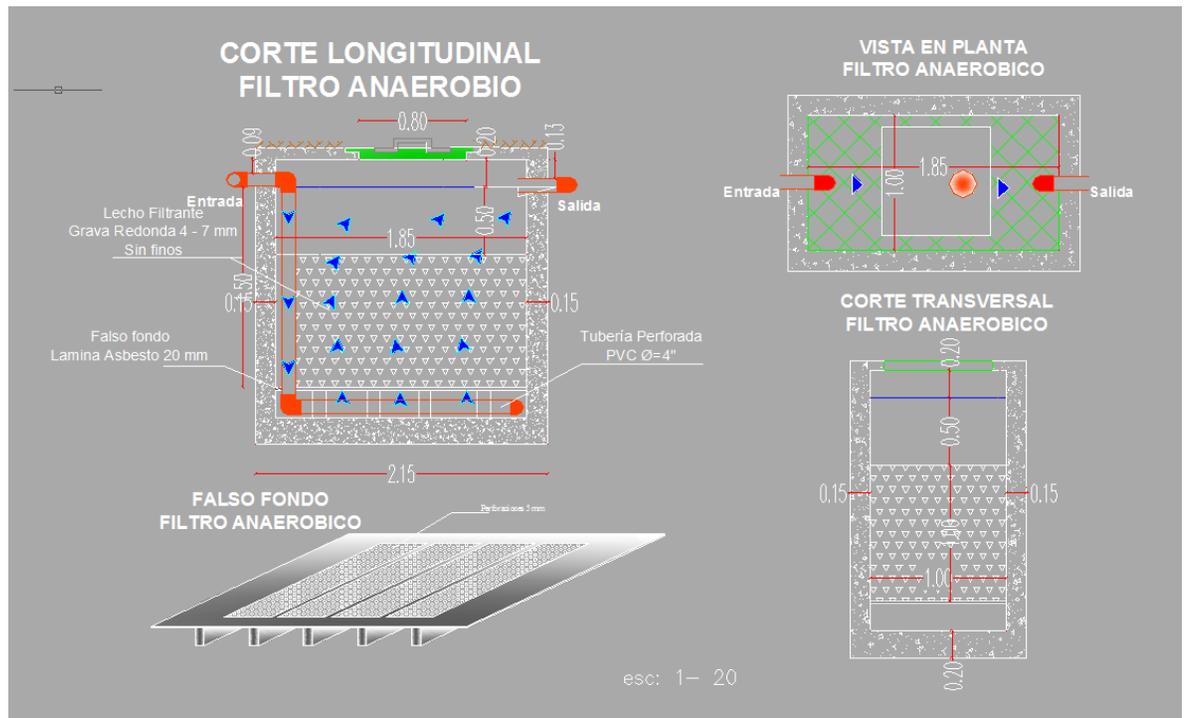
$$V_r = 0.60 \text{ m}^3/\text{día}$$

¹⁷ Ibid. Título E pág. 141.

Tabla 14. Dimensionamiento del filtro anaeróbico

No. de personas	Volumen (m ³)	Ancho A (m)	Largo L (m)	Profundidad h (m)
6	0.60	1	1.85	1.50

Figura 6. Filtro anaeróbico.



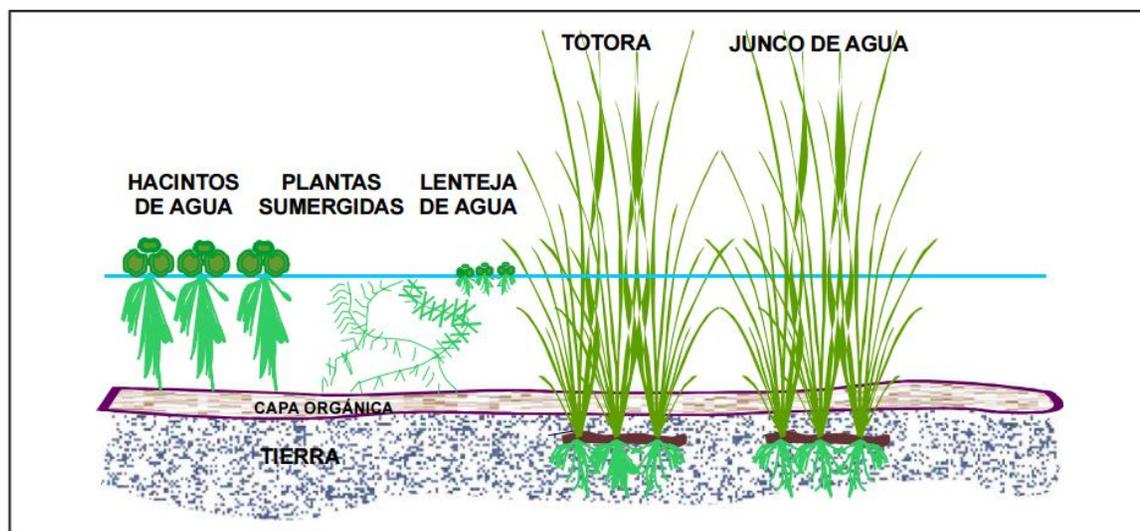
5.1.8 Diseño humedal artificial.

Los humedales artificiales son sistemas de depuración constituidos por lagunas o canales poco profundos (de menos de 1 m) plantados con vegetales propios de las zonas húmedas y en los que los procesos de descontaminación tienen lugar mediante las interacciones entre el agua, el sustrato sólido, los microorganismos, la vegetación e incluso la fauna. Los humedales construidos también se denominan humedales artificiales.

Los humedales artificiales se fundamentan en tres principios básicos: La actividad bioquímica de los microorganismos; el aporte de

oxígeno a través de los vegetales durante el día y el apoyo físico de un lecho inerte que sirve como soporte, tanto para los microorganismos como para los vegetales, además de servir como material filtrante¹⁸.

Figura 7. Plantas Acuáticas (adaptadas de Tchobanoglous, G)



Lara (1999) sostiene que el substrato, sedimentos y restos de vegetación soportan a muchos de los organismos vivientes en el humedal, en especial, las plantas y los microorganismos responsables de transformaciones químicas y biológicas, además proporcionan una fuente de almacenamiento para muchos contaminantes presentes en el agua residual. Señala que la grava tiene la habilidad de mejorar la calidad del efluente mediante la fijación de sólidos suspendidos y formación de biopelículas bacterianas en la superficie de ella.

Se ha demostrado que uno de los principales factores de depuración en los humedales son los helófitos (plantas capaces de arraigar en suelos anegados o inundados, con una parte sumergida y otra aérea). Debido a su particular fisiología y ecología, estas plantas tienen la capacidad de depurar el agua mediante la asimilación directa de nutrientes, en especial nitrógeno y fósforo que son retirados del medio e incorporados al tejido vegetal. Además de este efecto directo, los helófitos son capaces de transportar oxígeno en grandes

18 Diseño de humedales artificiales para tratamiento de aguas residuales, Disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9_n17/a11.pdf pág. 89 (consultada 18 de Julio de 2015, 5:00 pm)

cantidades desde los tallos hacia las raíces y rizomas, contribuyendo a los procesos de depuración.

Shannon (2000) agrega que las plantas disminuyen la velocidad de circulación del agua, permitiendo que los sólidos suspendidos se depositen o precipiten; estabilizan los substratos y además, al morir, se deterioran dando lugar a restos de vegetación que constituyen una fuente de carbono necesaria para la mayoría de las reacciones químicas y biológicas desarrolladas en un humedal. Señalan, además, que las plantas incrementan el volumen de porosidad de los humedales, aumentando la capacidad de filtro.

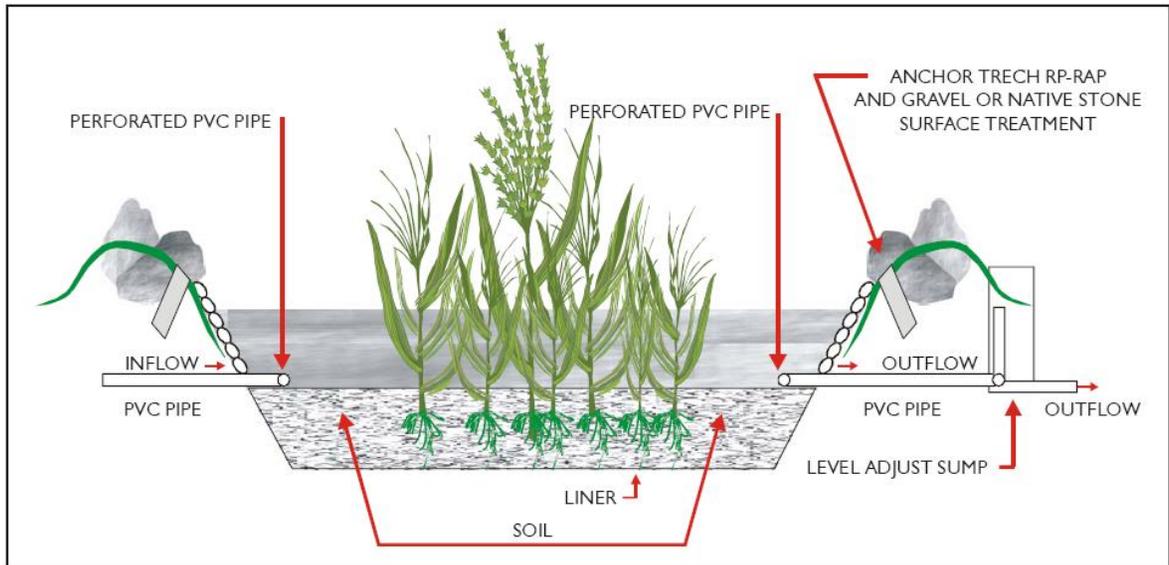
Los microorganismos presentes en las raíces aprovechan el oxígeno suministrado por las plantas para descomponer la materia orgánica, mediante reacciones aerobias y anaerobias. A su vez, las plantas aprovechan algunos productos resultantes de estas reacciones, consiguiendo, en condiciones adecuadas, crecer a ritmos muy elevados. De esta forma, se establece una especie de simbiosis entre organismos productores, como las plantas, y organismos reductores, como las bacterias.

Los humedales artificiales logran el tratamiento de las aguas residuales a través de la sedimentación, adsorción y metabolismo bacterial. Además, interactúan con la atmósfera. Los humedales operan casi a velocidades de flujo y caudal constante y están sujetos a drásticos cambios en la remoción de DBO, debido a los cambios en la temperatura del agua (Llagas y Guadalupe, 2006).

Tipos de humedales artificiales. Existen dos tipos de humedales diseñados para el tratamiento de aguas residuales, humedales de flujo subsuperficial (SFS) y superficial SF. En el denominado de flujo superficial, el agua circula por sobre la superficie del substrato y, en el de flujo subsuperficial, el agua circula a nivel de la superficie del lecho o por debajo del substrato (Llagas y Guadalupe, 2006).

Sistema de agua superficial libre SASL. Estos sistemas consisten típicamente de estanques o canales, con alguna clase de barrera subterránea para prevenir la filtración, suelo u otro medio conveniente a fin de soportar la vegetación emergente, y agua en una profundidad relativamente baja (0,1 a 0,6 m) que atraviesa la unidad (Figura siguiente). La baja profundidad del agua, la baja velocidad del flujo y la presencia de tallos de planta regulan el flujo del agua. Se aplica agua residual pre-tratada a estos sistemas y el tratamiento ocurre cuando el flujo de agua atraviesa lentamente el tallo y la raíz de la vegetación emergente como las Llagas y Guadalupe.

Figura 8. Sistema de agua superficial libre - Adaptada de Llagas y Guadalupe, (2006).

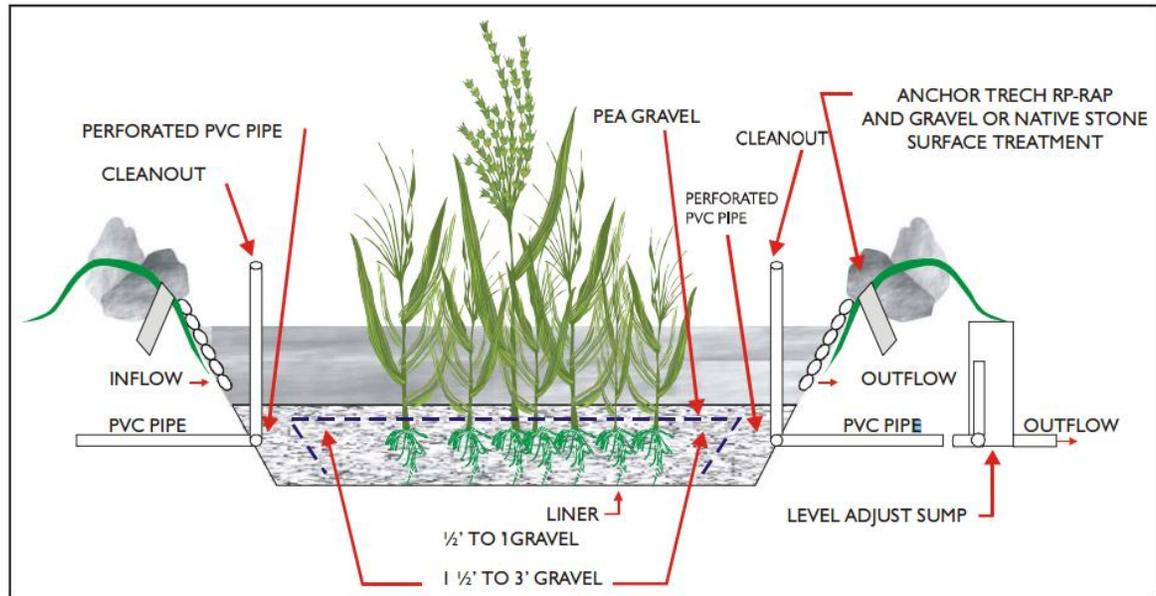


5.1.9 Sistemas de flujo bajo la superficie (SFBS).

Sistemas de flujo bajo la superficie (SFBS) Estos sistemas son similares a los filtros horizontales por goteo en las plantas de tratamiento convencionales. Se caracterizan por el crecimiento de plantas emergentes usando el suelo, grava o piedras como sustrato de crecimiento en el lecho del canal. Dentro del lecho los microbios facultativos atacan al medio y las raíces de las plantas, contactando de este modo el agua residual que fluye horizontalmente a través del lecho; mientras que el sobrante baja a la superficie del medio. Estos sistemas de flujo bajo superficie son diseñados con el propósito de obtener niveles de tratamiento secundarios, son llamados «la zona de raíces» o «filtros de piedras de junco y caña» desarrollado en Alemania Oriental (Figura siguiente)¹⁹.

¹⁹ Ibid. pág. 90 (consultada 18 de Julio de 2015, 5:10 pm)

Figura 9. Sistema de agua bajo la superficie - Adaptada de Llagas y Guadalupe, (2006).



Para este proyecto se eligió el sistema de agua superficial libre (SASL)

Plantas acuáticas. Las especies de plantas que se introducen para crear un humedal dependen del tipo de humedal que se desea establecer. En este sentido, el clima, salinidad, profundidad y régimen de uso son los factores que van a definir las especies que serán introducidas. Dentro de estas especies las más utilizadas en los humedales artificiales son las plantas macrófitas emergentes, subemergentes y flotantes, ya que son capaces de soportar variaciones en el nivel de agua y, además, poseen la cualidad de poder reproducirse en condiciones con bajos niveles de oxígeno disuelto.

La función de mayor importancia de las macrófitas en relación con el proceso de tratamiento de las aguas residuales es el efecto físico que ellas producen. Las macrófitas estabilizan la superficie del lecho, proporcionando buenas condiciones para la filtración, la transferencia de oxígeno a través de las raíces y rizomas, absorción de nutrientes y eliminan contaminantes por asimilación directa en sus tejidos²⁰.

²⁰ Ibid. pág. 91 (consultada 18 de Julio de 2015, 5:15 pm)

Las plantas que con más frecuencia se utilizan son: *Scripus* spp, cuyo nombre común es junco. Este tipo de planta se caracteriza porque penetra en la grava alrededor de 0,6 m por lo que son muy apropiadas para humedales de tipo subsuperficial. Son robustas capaces de prosperar bajo condiciones ambientales adversas y tienen gran facilidad de propagación. Otra planta común en los humedales artificiales es la *Typha Latifolia* L, cuyo nombre común es la espadaña, se propaga fácilmente, en un año logra un buen cubrimiento con una separación inicial de 0,6 m. Las raíces penetran hasta una profundidad de 0,3 m.

Medios de soporte. En los humedales el sustrato está formado por el suelo: arena, grava, roca, sedimentos y restos de vegetación que se acumulan en el humedal debido al crecimiento biológico.

El sustrato, sedimentos y los restos de vegetación en los humedales artificiales son importantes por varias razones:

- ❖ Soportan a muchos de los organismos vivientes en el humedal.
- ❖ La permeabilidad del sustrato afecta el movimiento del agua a través del humedal.
- ❖ Muchas transformaciones químicas y biológicas (sobre todo microbianas) tienen lugar dentro del sustrato.
- ❖ Proporciona almacenamiento para muchos contaminantes.
- ❖ La acumulación de restos de vegetación aumenta la cantidad de materia orgánica en el humedal.
- ❖ La materia orgánica da lugar al intercambio de materia, fijación de microorganismos y es una fuente de carbono que es a la vez, la fuente de energía para algunas de las más importantes reacciones biológicas en el humedal²¹.

21 OSCAR DELGADILLO, Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales, Serie Técnica, Cochabamba 2010 pág. 12.

Mecanismos de remoción de contaminantes en humedales. Los humedales pueden tratar con efectividad altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos (SS), y nitrógeno, así como niveles significativos de metales, compuestos orgánicos traza y patógenos. La eliminación de fósforo es mínima debido a las limitadas oportunidades de contacto del agua residual con el suelo. Los mecanismos básicos de tratamiento son tamizados, sedimentación, precipitación química, adsorción y degradación microbológica de la DBO y del nitrógeno, así como la captación por parte de la vegetación. En la tabla siguiente se pueden ver los principales procesos que se llevan a cabo en un humedal y que permiten la depuración del agua residual.

Tabla 15. Mecanismos de depuración predominantes en los humedales artificiales

Contaminantes	Mecanismos de eliminación
Sólidos suspendidos	Sedimentación Filtración
Materia orgánica	Degradación microbiana aerobia Degradación microbiana anaerobia
Nitrógeno	Amonificación seguido por nitrificación microbiana y desnitrificación. Asimilación por parte de las plantas Adsorción principal. Volatilización del amoniaco
Fósforo	Adsorción por parte del lecho Asimilación por parte de las plantas
Metales	Asimilación por parte de las plantas Intercambio iónico
Patógenos	Sedimentación Filtración Muerte natural Radiación ultravioleta

5.1.10 Diseño Hidráulico del Humedal Artificial Flujo superficial SF.

Este método no convencional de tratamiento de aguas residuales requiere de terreno, entre 1 a 5 m² por persona, por ello corresponde a un sistema de tratamiento adecuado para pequeñas comunidades como colegios o conjuntos habitacionales rurales.

Nº de Habitantes $6 * 2m^2 = 12 m^2$; Se toma como requerimiento de área por persona para iniciar los cálculos dos metros cuadrados.

Volumen de agua del humedal

$$V_h = 12 m^2 * 0.40m$$

$$V_h = 4.8 m^3$$

Longitud total interna

$$\text{Longitud} = \frac{\sqrt{2 * 4.8}}{0.40}$$

$$\text{Longitud} = 5 m$$

Ancho interno

$$\text{Ancho} = \frac{\text{Long}}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\text{Ancho} = 2.5 m$$

El área que se requiere para construir el humedal Artificial es de $12 m^2$, la cual se considera adecuada y más eficiente que el campo de infiltración que requerirá mayor área y se tendrían que realizar estudios de acuíferos subterráneos para determinar la modelación de la calidad del vertimiento.

Operación y mantenimiento. Se recomienda que la superficie del humedal se cubra con vegetación. La elección de la vegetación depende del tipo de residuos, de la radiación solar, la temperatura, la estética, la vida silvestre deseada, las especies nativas y la profundidad del humedal. Es esencial que las raíces tengan siempre acceso a agua en el nivel de los rizomas en todas las condiciones de operación. Para medios muy permeables con alta conductividad hidráulica (tales como la grava), se recomienda que el nivel de agua se mantenga alrededor de 2 a 5 cm por debajo de la superficie del lecho.

Figura 10. Corte Humedal.

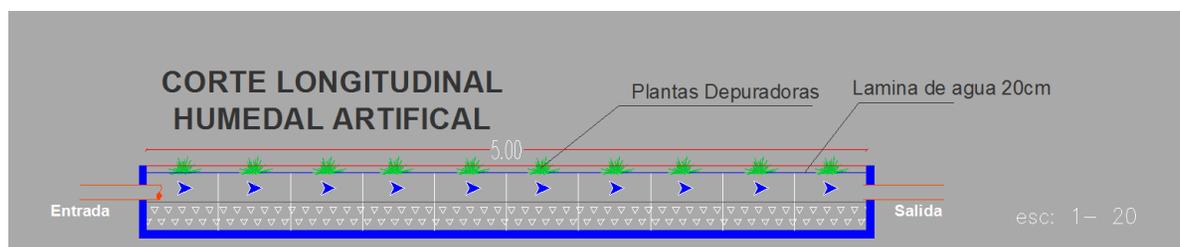
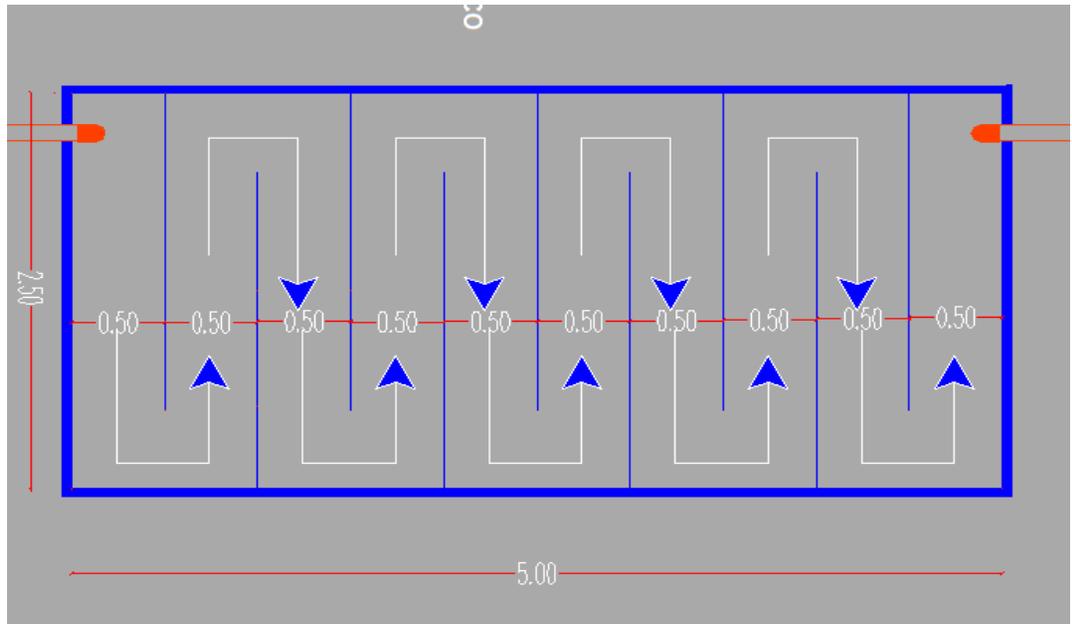


Figura 11. Planta Humedal.



5.2 DISPOSICIÓN GENERAL DEL SISTEMA PARA ÁREA URBANA

El diseño elaborado es el soporte técnico del sistema de tratamiento de aguas residuales, propuesto para 20 casas de seis habitantes aproximadamente cada una, que es el promedio más común en la zona urbana. Consta un sistema de conductos destinados a la recolección y transporte de las aguas residuales domiciliarias dirigiéndolas a una trampa de grasas de un tanque séptico, un filtro anaeróbico y un humedal artificial, elementos necesarios para el buen funcionamiento del sistema lo cual se constituye en una sencilla y económica solución.

Las aguas serán conducidas por tuberías PVC de 8 pulgadas conectadas a cuatro pozos de inspección. Luego pasarán a un pre-tratamiento por una trampa de grasas, que tiene como función la remoción de residuos de material graso, los cuales perjudican el sistema. Después entran a la estructura del tanque séptico donde se iniciará una fase de tratamiento primario con la retención apropiada a la clase típica de descarga. Después pasará a un tanque, que tiene la función de filtro anaeróbico, que se constituirá en el tratamiento secundario, que mejorará la calidad del efluente primario, luego será conducido finalmente un humedal artificial, para ser en la depurado por procedimientos naturales.

5.2.1 Parámetros de diseño. Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Es función de la Dirección de Servicios Públicos Domiciliarios DSPD a través de la Junta Técnica Asesora del reglamento establecer los mecanismos, procedimientos y metodologías para la revisión, actualización y aceptación de los parámetros y valores para el diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.

5.2.2 Estimación del consumo medio diario por habitante (D_{NETA}). Corresponde a la dotación neta, es decir, a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades. La dotación se establece de acuerdo a factores como clima, nivel de vida, calidad del agua, disponibilidad del servicio, cobertura etc., Según la resolución 2320 de 2009 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (modifica parcialmente el RAS-2000). Establece que para sistemas con nivel de complejidad bajo, como en este caso la dotación se encuentra entre 90 L/hab-d y 100 L/hab-d (ver tabla siguiente). Como el Predio es de nivel de complejidad bajo y de clima cálido, se tomó el valor de 100L/hab-dia, para todos los cálculos que se realizaron.

Tabla 16. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con clima frio o templado (l/hab . dia)	Dotación neta máxima para poblaciones con clima cálido (l/hab .dia)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio Alto	125	135

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con clima frio o templado (l/hab . dia)	Dotación neta máxima para poblaciones con clima cálido (l/hab .dia)
Alto	140	150

Fuente: Resolución 2320 de 2009

Teniendo en cuenta que la población máxima en el predio será de 175 habitantes, el nivel de complejidad que corresponde es el de complejidad bajo. Adoptándose para el presente estudio una Dotación Neta Máxima de 100 L/hab. día.

5.2.3 Caudal de aguas residuales domésticas (Q_D). El aporte doméstico (Q_D) está dado por la expresión:

$$Q_D = \frac{P * D_{neta} * FR}{86400}$$

Donde:

P= La población servida puede ser estimada como el producto de la densidad de población (D) y el área residencial bruta acumulada de drenaje sanitario. Esta área debe incluir las zonas recreacionales. Esta forma de estimación es válida donde esté definida la densidad de población. Alternativamente, P puede ser estimada a partir del producto del número de viviendas planificadas en el área de drenaje y el número medio de habitantes por vivienda²².

D_{neta} = Corresponde a la dotación neta, es decir, a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades. La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema, del clima de la localidad y del tamaño de la población. Su estimación debe hacerse con base en la resolución 2320 de 2009.

Fr = El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo. Cuando esta

22 Op. Cit. REGLAMENTO. Titulo D pág. 37

información resulte inexistente o muy pobre, pueden utilizarse como guía los rangos de valores de R descritos en la tabla 3.

Tabla 17. Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,7- 0,8
Medio alto y ato *	0,8- 0,85

Fuente RAS 2000 D.2.2.1

Para este estudio se adopta como coeficiente de retorno 0.8 por nivel de complejidad

Caudal de aguas residuales domésticas (Q_D).

$$Q_D = \frac{P * D_{\text{neto}} * FR}{86400}$$

$$175 \text{ Hab} * \frac{100L}{\text{hab}} \cdot \text{dia} * 0.8$$

$$Q_D = 0.16 \text{ L/s}$$

5.2.4 Caudal medio diario de aguas residuales (Q_{md}). El caudal medio diario de aguas residuales (Q_{md}) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos (Q_D), industriales (Q_I), comerciales (Q_C) e institucionales (Q_{IN}).

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEF}$$

Dado que para el Predio, no se tienen en cuenta el aporte de los caudales industriales, comerciales e institucionales, se asume que el caudal de aportes es domésticos (Q_D) es el caudal medio diario (Q_{MD}).

5.2.5 Caudal de conexiones erradas (Q_{CE}). Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, Q_{CE} . Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. En la tabla 4 se dan como guía valores máximos de los aportes

por conexiones erradas, en caso de que exista un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias

Tabla 18. Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L / s·ha)
Bajo y medio	0,2
Medio alto y alto	0,1

Fuente: RAS 2000, D.3.2.2.6

5.2.6 Caudal de Infiltración (Q_{INF}).

Es inevitable la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son completamente impermeables. En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base en los valores de la tabla 5. La categorización de la infiltración en alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación.²³

Tabla 19. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L / s·ha)	Infiltración media (L / s·ha)	Infiltración baja (L / s·ha)
Bajo y medio	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
Medio alto y alto *	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

Fuente: RAS 2000, D.3.2.2.7

5.2.7 Factor de mayoración (F). El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor

²³ Op. Cit. REGLAMENTO. Título D pág. 37

disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor de mayoración debe ser estimada a partir de mediciones de campo. Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como las de Harmon y Babbitt, válidas para poblaciones de 1 000 a 1.000.000 habitantes, y la de Flores, en las cuales se estima F en función del número de habitantes. Para efectos del presente estudio se tomó el factor de mayoración de Flores.

$$F = \frac{3.5}{P^{0.1}}$$

$$F = 2.09$$

En general el valor de F debe ser mayor o igual a **1,4**.

El factor F debe calcularse tramo por tramo de acuerdo con el incremento progresivo de población y caudal. Para este proyecto del Predio, no se tiene en cuenta este factor puesto que no se presentara crecimiento progresivo de la población; por estar definidas las cantidades de viviendas y no presentar áreas para expansión para nuevas viviendas. Se asume que el caudal de aportes es domésticos (Q_D) y a su vez es el caudal máximo Horario (Q_{MH}).

5.2.8 Caudal de diseño.

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, Q_{MH} , los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Se asume que el caudal de aportes es domésticos (Q_D) a su vez es el caudal máximo Horario (Q_{MH})”.

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEF}$$

$$Q_{DT} = 0.16 + 0.4 + 0.4$$

$$Q_{DT} = \mathbf{0.96 \text{ LPS}^{24}}$$

5.2.9 Diámetro interno real mínimo. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8 plg) con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos

24 Op. Cit. REGLAMENTO. Titulo D pág. 38

al sistema. Sin embargo, para sistemas simplificados o niveles de complejidad del sistema bajo, éste puede reducirse a 150 mm (6 plg).

5.2.10 Velocidad mínima. Se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,45 m/s.

Para las condiciones iniciales de operación de cada tramo, debe verificarse el comportamiento autolimpiante del flujo, para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo cortante medio.

Por lo tanto, debe establecerse que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1,5 N/m² (0,15 Kg/m²) para el caudal inicial máximo horario, el Si el valor calculado de Q_{MHi} es menor que 1,5 L/s, debe adoptarse este valor.

5.2.11 Velocidad máxima. Cualquiera que sea el material de la tubería, la velocidad máxima real no debe sobrepasar el límite de 5,0 m/s para evitar la abrasión de la tubería.

5.2.12 Profundidad hidráulica máxima. Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de éste.

5.2.13 Profundidad mínima a la cota clave. Los colectores de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de éstas de 1%.

Tabla 20. Profundidad mínima de colectores

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Fuente: RAS 2000, D.3.2.12

Para casos especiales como localidades con evidentes problemas de drenaje los valores anteriores pueden reducirse haciendo las provisiones estructurales y geotécnicas correspondientes. Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas residuales deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto.

5.2.14 Profundidad máxima a la cota clave. En general la máxima profundidad de los colectores es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores.

Trampa de grasas: “Son tanques de flotación donde la grasa sube a la superficie, y es retenida mientras el agua clarificada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico”²⁵. La función más importante de la trampa de grasas, es evitar que las grasas y jabones disminuyan la eficiencia de las etapas siguientes del tratamiento complementario del efluente. Las aguas residuales provenientes de la vivienda suelen contener gran cantidad de grasa y jabón, que de no ser retenida pueden llegar al tanque séptico, luego al filtro anaeróbico y al humedal, e interferir en la descomposición biológica, al obstruir los poros de los medios filtrantes y hacer que los tanques sépticos fallen antes de tiempo, por acumulación de grasa.

Requisitos para la ubicación y construcción de una trampa de grasas.

- ❖ El sitio escogido debe ser fácilmente accesible para su limpieza o extracción de las grasas acumuladas.
- ❖ Las trampas de grasa se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionadas y con fácil acceso para limpiarlas. No se permitirá colocar encima o inmediato a ello maquinarias o equipo que pudiera impedir su adecuado mantenimiento.

Predimensionamiento: La estructura es una caja de mampostería pañetada e impermeabilizada. El predimensionamiento se realiza de acuerdo con las características propias y el caudal del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo expresada en kg de grasa debe ser de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño (caudal máximo horario) expresado en litros por minuto.

²⁵ Op. Cit. REGLAMENTO. Título E pág. 28.

Caudal de diseño:

$$Q_{DT} = 0.96 \frac{L}{Seg} * \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ Min}} = 57.60 \frac{L}{min}$$

El tanque debe tener 0.25m² de área por cada litro por segundo, una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:18, una velocidad ascendente mínima de 4mm/s. En las siguientes tablas se pueden ver los caudales y capacidades de retención y los tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa respectivamente.

Capacidad de retención: Considerando el tipo de afluente tenemos un caudal de 57.60 $\frac{L}{min}$, y tomamos una capacidad de retención de grasas de 14kg.

Tabla 21. Capacidades de Retención de grasas

Tipo de afluente	Caudal (L/min)	Capacidad de retención de grasa (kg)	Capacidad máxima recomendada (L)
Cocina de restaurante	56	14	190
Habitación sencilla	72	18	190
Habitación doble	92	23	240
Dos habitaciones sencillas	92	23	240
Dos habitaciones dobles	128	32	330
Lavaplatos para restaurantes			
<i>Volumen de agua mayor de 115 litros</i>	56	14	115
<i>Volumen de agua mayor de 190 litros</i>	92	23	240
<i>Volumen entre 190 y 378 litros</i>	144	36	378

Fuente: RAS 2000, E.3.3.2

Tiempo de retención (Tr):

Tabla 22. Tiempos de retención hidráulicos

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	2 - 9
4	10 - 19
5	20 o más

Fuente: RAS 2000, E.3.3.3

Tomamos 3 minutos

Volumen efectivo de la trampa de grasa (v):

$$V = Q * Tr$$

$$V = 0.96 \frac{L}{Seg} * \frac{60 Seg}{1 min} * 3 min$$

$$V = 172.8L$$

$$V = 0.17 m^3$$

La trampa de grasas trabajara con un caudal aproximado de $0.96 \frac{L}{Seg}$ y tendrá un volumen de $0.17m^3$

❖ La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m, y la profundidad máxima debe estar entre 1.40m – 1.50m.

❖ Tomamos una profundidad de 1.40 m

❖ Altura efectiva (he):

Debe estar entre 1.25 m – 1.35 m

Tomamos 1.25 m.

Dimensiones: La relación largo: ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.

Tomamos la relación 2:1

$$\begin{aligned} \text{Área} \\ \mathbf{A} &= \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{h_e}} \\ A &= \frac{0.17 \text{ m}^3}{1.25 \text{ m}} \\ A &= 0.14 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Lo tomamos para la relación:

$$\begin{aligned} \sqrt{0.14 \text{ m}^2} &= 0.37 \text{ m} \\ \sqrt{0.37 \text{ m}^2} &= 0.61 \text{ m} \approx 0.60 \text{ m} = \text{lado de la trampa} \\ 0.6 \text{ m} * 0.5 &= 0.3 \text{ m} \approx 0.30 \text{ m} = \text{ancho de la trampa} \\ 0.6 \text{ m} * 2 &= 1.2 \text{ m} \approx 1 \text{ m} = \text{largo de la trampa} \\ 0.3 \text{ m} * 1 \text{ m} &= 0.30 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

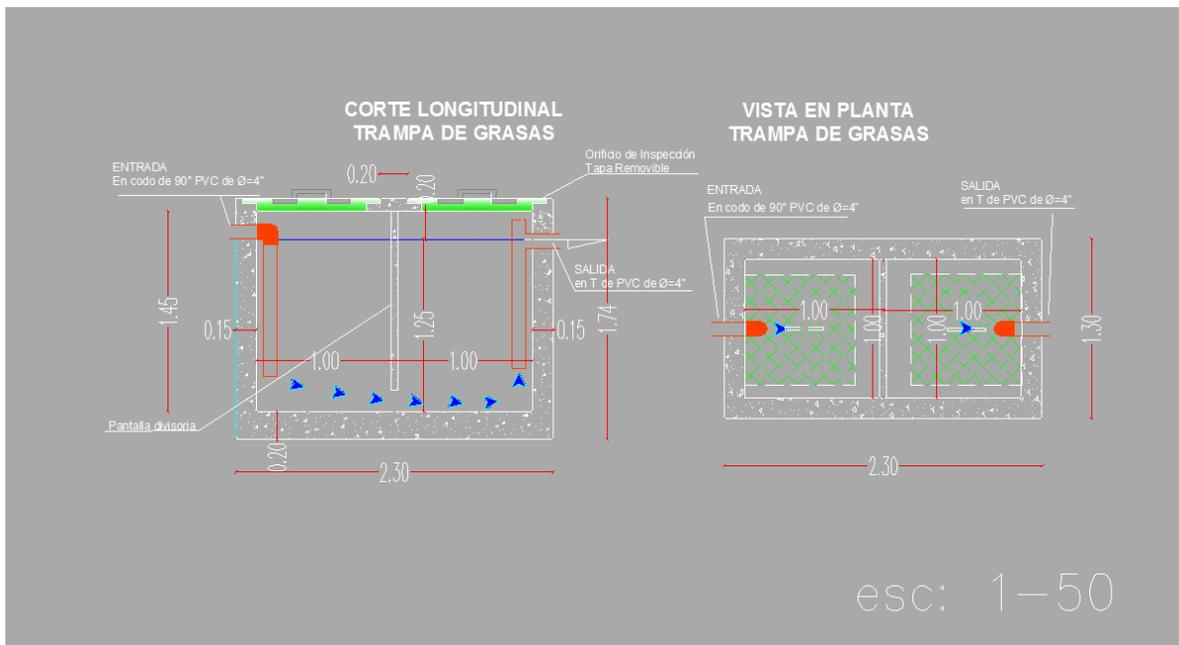
Características de diseño de la trampa de grasas

- ❖ Se obtiene de asumir un ancho de 0.50m y una longitud de 1m.
 - a. La profundidad de la trampa de grasas debe ser de 1.25 m ya que hay que garantizar que el tubo de salida tenga una sumergencia mínima de 0.90 m por ende la dejamos de 0.95 m ya que la profundidad no deberá ser por lo menos de 0,90 m.
 - b. La estrada (afluente) a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° y un diámetro de 100 mm (4"). La salida (efluente) será por medio de una tee con un diámetro de 100 mm (4").
 - c. La trampa contara con una pantalla divisoria que deberá prolongarse hasta 0,10 cm por debajo del nivel del líquido.
 - d. La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel del líquido.
 - e. La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida deberá de ser no menor a 0,05 m, se deja de 0,08m.

- f. Este tanque debe tener una tapa de concreto reforzado removible
- g. Debe evitarse el contacto con insectos, roedores, etc.

E.3.3.4 Operación y mantenimiento.

Las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores. La frecuencia de limpieza debe determinarse con base en la observación. Generalmente, la limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo²⁶.



5.2.15 Caja de inspección. Esta estructura tiene como función unir las aguas grises con las sanitarias para conducir las al tanque séptico, y permitir una fácil reparación por taponamiento, por ser un paso previo de todo el sistema. Está construida en mampostería, de 0.6x0.6m por 60 centímetros de profundidad, con entrada de 4” y salida de 4” y con una cañuela en el fondo.

Tratamiento biológico. El sistema de tratamiento para aguas residuales domésticas para pequeñas comunidades, como es el área estudio, permitirá

²⁶ Op. Cit. REGLAMENTO. Título E pág. 29.

implementar un sistema tipo tanque séptico, ya que estos contemplan una máxima eficiencia para 350 habitantes. Debido a sus características se recomienda por la densidad de habitantes que tendrá, es decir; 175 habitantes, por lo cual dicha población no es constante sino temporal, este sistema se encuentra especialmente diseñado para zonas rurales y consiste entonces, en tres etapas:

❖ **Primera Etapa:** esta etapa consiste en un sedimentador de las partes gruesas que van al fondo y donde las partículas livianas y las grasas se acumulan en la parte superior. En el tanque, al darse la acumulación de partículas, se define una primera etapa de tratamiento, y al darse una primera descomposición de la materia, por las condiciones anaerobias y la biodigestión lograda, se entra en lo conocido como avance de una siguiente etapa biológica de tratamiento.

El buen funcionamiento de estos tanques sigue los principios básicos de la sedimentación, debiéndose entonces guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud de la unidad que se construya; Así como una profundidad mínima de 1 m. En estos tanques se definen varias capas. La zona de almacenamiento, en el fondo, sitio para la acumulación de los sólidos o lodos; en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos con materia orgánica disuelta, sobre estos se encuentran las grasas o natas y por último se tiene el espacio libre apropiado para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de la materia. El material sedimentado (los sólidos) forma una capa de lodos o fango en el fondo del depósito, que degrada biológicamente por el tiempo de permanencia y la acción de los microorganismos. Es un producto que debe extraerse periódicamente solo máximo el 20% del volumen de estos.

❖ **Segunda etapa** es la que se cumple con los drenajes. En esta etapa se dan dos situaciones: una de ellas es la continuidad del tratamiento secundario, por medio de la biodegradación de la materia orgánica disuelta en el efluente del tanque. Este procedimiento es realizado por las bacterias adheridas a las piedras; la otra situación, es la que representa la capacidad de absorción del terreno existente.

❖ **La tercera etapa** se refiere a la remoción, tratamiento y disposición de los lodos. De cualquier sistema de tratamiento que se aplique a los líquidos que evacuan excrementos u otros desechos orgánicos, siempre se obtendrá como materia básica sedimentada o mineralizada lo que comúnmente se llaman lodos. Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas,

y que por lo general se depositan en el fondo de los sistemas de tratamientos integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Los lodos son una masa acuosa, semilíquida, por su concentración de materia y bacterias, en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las mismas aguas que las tratan.

5.2.15.1 Diseño Hidráulico.

E.3.4.2 Localización.

Deben conservarse las siguientes distancias mínimas:

- ❖ 1.50 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros y campos de infiltración.
- ❖ 3.0 m distantes de árboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- ❖ 15.0 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza²⁷.

Volumen útil del tanque séptico. Para el cálculo del volumen útil del tanque séptico, se trabajó con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000. Recomendando el siguiente criterio:

$$Vu = 1000 + Nc (CT + KLf)$$

Nc = Numero de Contribuyentes

C = Contribucion de aguas Residuales

T = Tiempo de Retencion

K = Valores de tasa de acumulacion de lodos digeridos

Lf = Lodo fresco

²⁷ Op. Cit. REGLAMENTO. Titulo E pág. 30.

Tabla 23. Contribución de aguas residuales por persona

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales (c) y lodo fresco Lf (L / Dia)	
		C	Lf
Ocupantes permanentes Residencia		C	Lf
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina)	persona	100	1
Alojamiento provisional	persona	80	1
Ocupantes temporales	persona		
Fábrica en general	persona	70	0.30
Oficinas temporales	persona	50	0.20
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.20
Escuelas	persona	50	0.20
Bares	persona	6	0.10
Restaurantes	comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	local	2	0.02
Baños públicos	tasa sanitaria	48	4.0

Fuente RAS 2000

Tabla 24. Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	Días	horas
Hasta 1,500	1.00	24
De 1,501 a 3,000	0.92	22
De 3,000 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
más de 9,000	0.50	12

Fuente RAS 2000

Tabla 25. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t \geq 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente RAS 2000

Población servida: 175 Habitantes (Promedio familia clase Baja)

Caudal promedio A.R: 100 L/Hab./Día (Sugerido por normas RAS 2000)

Caudal de diseño:

Temperatura Promedio; 21° centígrados

Volumen útil del tanque séptico

$$Vu = 1000 + Nc (CT + KLf)$$

Nc = Numero de Contribuyentes

C = Contribucion de aguas Residuales

T = Tiempo de Retencion

K = Valores de tasa de acumulacion de lodos digeridos

Lf = Lodo fresco

$$Vu = 1000 + Nc (CT + KLf)$$

$$Vu = 1000 + 175 (160 * 0.50 + 217 * 1)$$

$$Vu = 52975 L$$

$$Vu = 52.98 m^3$$

Cálculo de dimensiones internas

E.3.4.3.2 Geometría

Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Tomamos los prismáticos rectangulares en los que se requiere mayor área horizontal o mayor profundidad.

E.3.4.3.3 Medidas internas mínimas recomendadas

❖ Profundidad útil. debe estar entre los valores mínimos y máximos dados en la Tabla E.3.3, de acuerdo con el volumen útil obtenido.

❖ Diámetro interno mínimo de 1.10 m, el largo interno mínimo de 0.80 m y la relación ancho / largo mínima para tanques prismáticos rectangulares de 2 : 1 y máxima de 4 : 1

E.3.4.3.4 Número de cámaras

❖ Tanques prismáticos rectangulares: dos cámaras en serie.

Profundidad útil. Dado el volumen obtenido se define la fórmula de profundidad útil de acuerdo a la tabla E.3.3 de la norma RAS 2000

Tabla 26. Valores de profundidad útil

Volumen útil (m ³)	Profundidad útil mínima (m)	Profundidad útil máxima (m)
Hasta 6	1.2	2.2
De 6 a 10	1.5	2.5
Más de 10	1.8	2.8

Fuente RAS 2000

hu = PROFUNDIDAD UTIL DEL POZO SEPTICO

hu = 1.8 m

Au = AREA UTIL DEL POZO SEPTICO

Au = 29.43 m²

L = LONGITUD TOTAL INTERNA

$$\sqrt{\text{Longitud} = \frac{3 * V}{H}}$$

$$\sqrt{\text{Longitud} = \frac{3 * 52.98 \text{ m}^3}{1.8 \text{ m}}}$$

$$\text{Longitud} = \sqrt{88.3 \text{ m}^2}$$

$$\text{Longitud} = 9.3 \text{ m}$$

ANCHO INTERNO DEL POZO SEPTICO

$$\text{Ancho} = \frac{\text{Long}}{3}$$

$$\text{Ancho} = \frac{9.4 \text{ m}}{3}$$

$$\text{Ancho} = 3.1 \text{ m}$$

PR = PERIODO DE RETENCION HIDRAULICA

$$PR = (1.5 - 0.3) * \text{Log} (P * q)$$

$$PR = (1.5 - 0.3) * \text{Log} (175 * 100)$$

$$PR = 5.09 \text{ dias}$$

Donde:

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

P = Población servida

q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, Lt/habitante.dia.

LARGO DEL PRIMER COMPARTIMIENTO L1(m)

$$L1 = \frac{2}{3} * L$$

$$L1 = \frac{2}{3} * 9.40 \text{ m}$$

$$L1 = 6.2 \text{ m}$$

LARGO DEL SEGUNDO COMPARTIMIENTO L2(m)

$$L2 = L - L1$$

$$L2 = \frac{1}{3} * 9.40 \text{ m}$$

$$L2 = 3.1 \text{ m}$$

BORDE LIBRE BL (m) = 0.3 m

PROFUNDIDAD TOTAL ht ((m))

$$ht = hu + BL$$

$$ht = 1.8 \text{ m} + 0.3 \text{ m}$$

$$ht = 2.10 \text{ m}$$

Ventajas

❖ Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, parques y moteles.

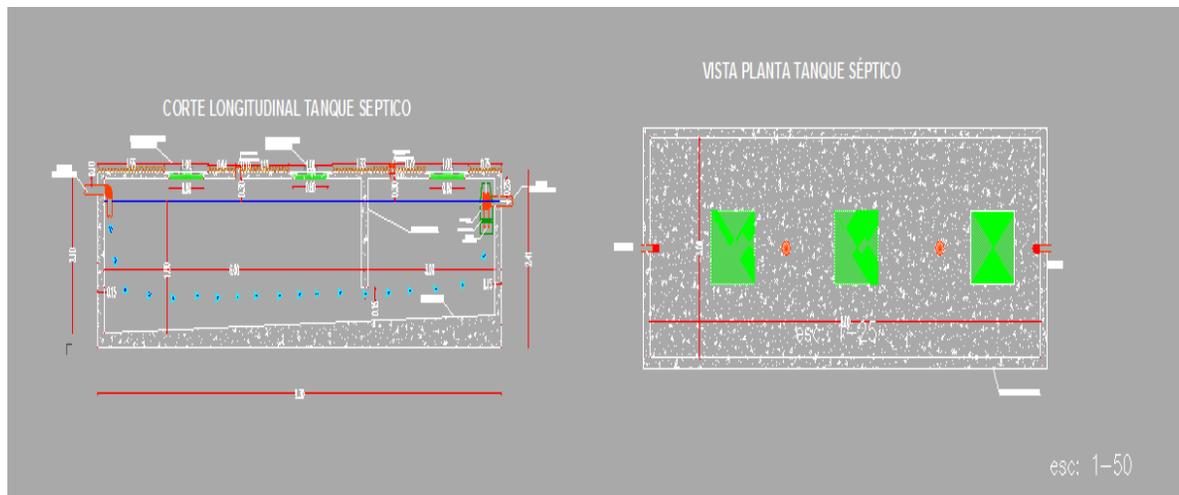
- ❖ Limpieza no frecuente.
- ❖ Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- ❖ Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

Desventajas.

- ❖ Uso limitado para un máximo de 350 habitantes.

También de uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo.

- ❖ Requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bombas de vacío).



Cálculo del filtro anaeróbico. El filtro anaeróbico es un tanque de concreto o ladrillo, alimentado por el fondo, a través de una cámara difusora. El efluente entra a través de esta y sube por entre los intersticios dejados por el agregado, formando una película biológicamente activa, la cual degrada una parte importante de la materia orgánica. Con este sistema, la eficiencia en remoción de DBO₅ es altamente dependiente de la temperatura, que en general podría ser del orden de 70%.

En este caso el filtro se coloca después del tanque séptico para el dimensionamiento del filtro anaeróbico se usa generalmente un volumen unitario de 0,05 m³ por habitante servido, un lecho filtrante de 40 cm de gravas pequeñas de 12 a 18 mm de fondo y una capa superior de 10 cm de espesor, de arenas gruesas y gravas finas de 3 a 6 mm.

Sin embargo se considera que la altura óptima de medio es de 120cm.

La pérdida de energía hidráulica en el filtro es de 3 a 15 cm, en condiciones normales de operación.

Pre-dimensionamiento;

Metodología de cálculo. Para determinar el volumen del filtro anaerobio se recomienda utilizar la siguiente ecuación:²⁸

$$Vr = \theta 2 * Qd$$

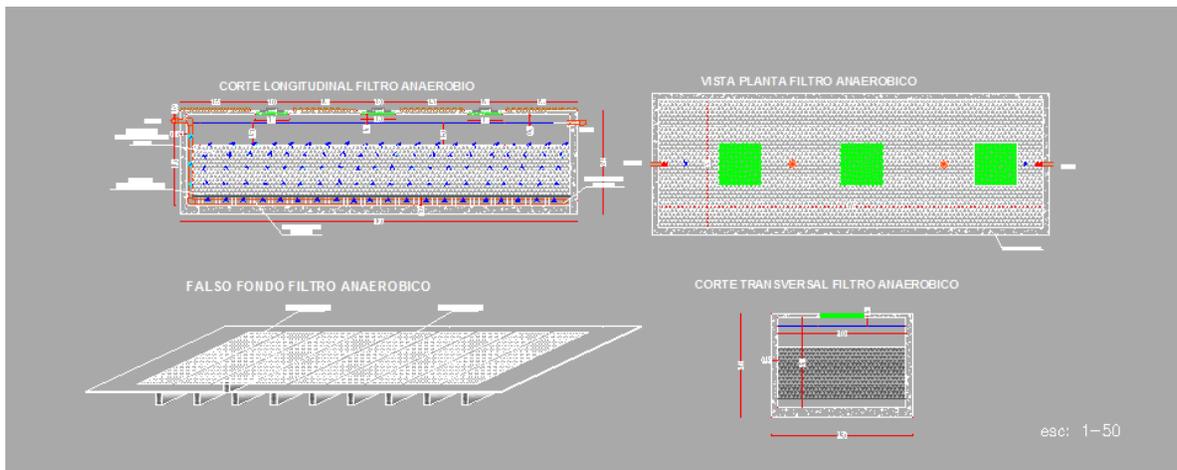
$\theta 2$ = tiempo de retencion

Qd = Caudal de diseño

Tabla 27. Dimensionamiento del filtro anaeróbico

No. de personas	Volumen (m ³)	Ancho A (m)	Largo L (m)	Profundidad h (m)
175	8.75	3.00	9.00	1.92

²⁸ Op. Cit. REGLAMENTO. Titulo E pág. 141.



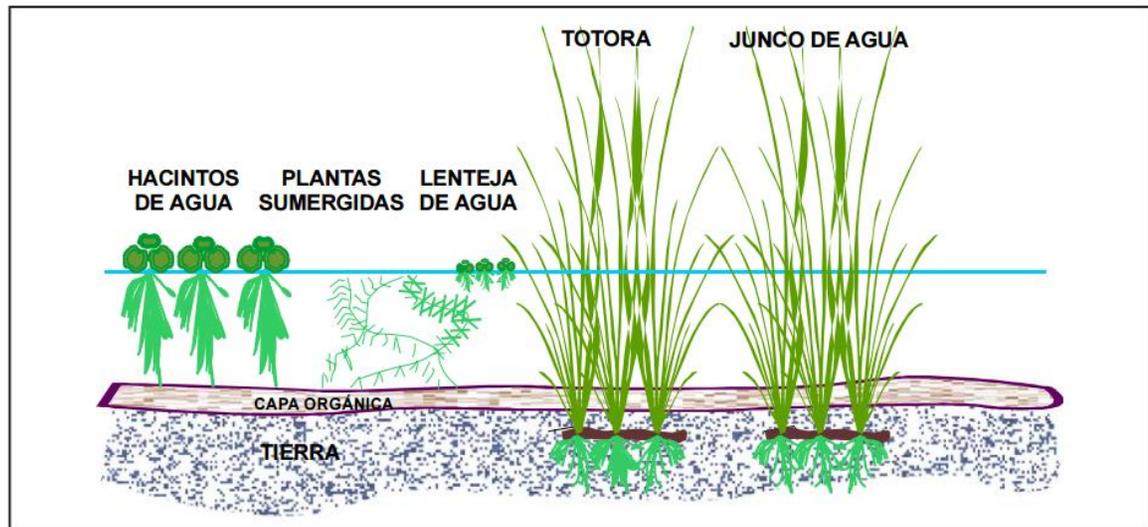
5.3 DISEÑO HUMEDAL ARTIFICIAL

Los humedales artificiales son sistemas de depuración constituidos por lagunas o canales poco profundos (de menos de 1 m) plantados con vegetales propios de las zonas húmedas y en los que los procesos de descontaminación tienen lugar mediante las interacciones entre el agua, el sustrato sólido, los microorganismos, la vegetación e incluso la fauna. Los humedales construidos también se denominan humedales artificiales (García y Corzo, 2008).

Los humedales artificiales se fundamentan en tres principios básicos: La actividad bioquímica de los microorganismos; el aporte de oxígeno a través de los vegetales durante el día y el apoyo físico de un lecho inerte que sirve como soporte, tanto para los microorganismos como para los vegetales, además de servir como material filtrante²⁹.

²⁹ Diseño de humedales artificiales para tratamiento de aguas residuales, Disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9_n17/a11.pdf pág. 89 (consultada 18 de Julio de 2015, 5:00 pm)

Figura 12. Plantas acuáticas



Adaptado de Tchobanglous, G. Aquatic plant System for wastewater treatment

Lara (1999) sostiene que el substrato, sedimentos y restos de vegetación soportan a muchos de los organismos vivientes en el humedal, en especial, las plantas y los microorganismos responsables de transformaciones químicas y biológicas, además proporcionan una fuente de almacenamiento para muchos contaminantes presentes en el agua residual. Señala que la grava tiene la habilidad de mejorar la calidad del efluente mediante la fijación de sólidos suspendidos y formación de biopelículas bacterianas en la superficie de ella.

Se ha demostrado que uno de los principales factores de depuración en los humedales son los helófitos (plantas capaces de arraigar en suelos anegados o inundados, con una parte sumergida y otra aérea). Debido a su particular fisiología y ecología, estas plantas tienen la capacidad de depurar el agua mediante la asimilación directa de nutrientes, en especial nitrógeno y fósforo que son retirados del medio e incorporados al tejido vegetal. Además de este efecto directo, los helófitos son capaces de transportar oxígeno en grandes cantidades desde los tallos hacia las raíces y rizomas, contribuyendo a los procesos de depuración.

Shannon (2000) agregan que las plantas disminuyen la velocidad de circulación del agua, permitiendo que los sólidos suspendidos se depositen o precipiten; estabilizan los substratos y además, al morir, se deterioran dando lugar a restos de vegetación que constituyen una fuente de carbono necesaria para la mayoría de las reacciones químicas y biológicas desarrolladas en un humedal.

Señalan, además, que las plantas incrementan el volumen de porosidad de los humedales, aumentando la capacidad de filtro.

Los microorganismos presentes en las raíces aprovechan el oxígeno suministrado por las plantas para descomponer la materia orgánica, mediante reacciones aerobias y anaerobias. A su vez, las plantas aprovechan algunos productos resultantes de estas reacciones, consiguiendo, en condiciones adecuadas, crecer a ritmos muy elevados. De esta forma, se establece una especie de simbiosis entre organismos productores, como las plantas, y organismos reductores, como las bacterias.

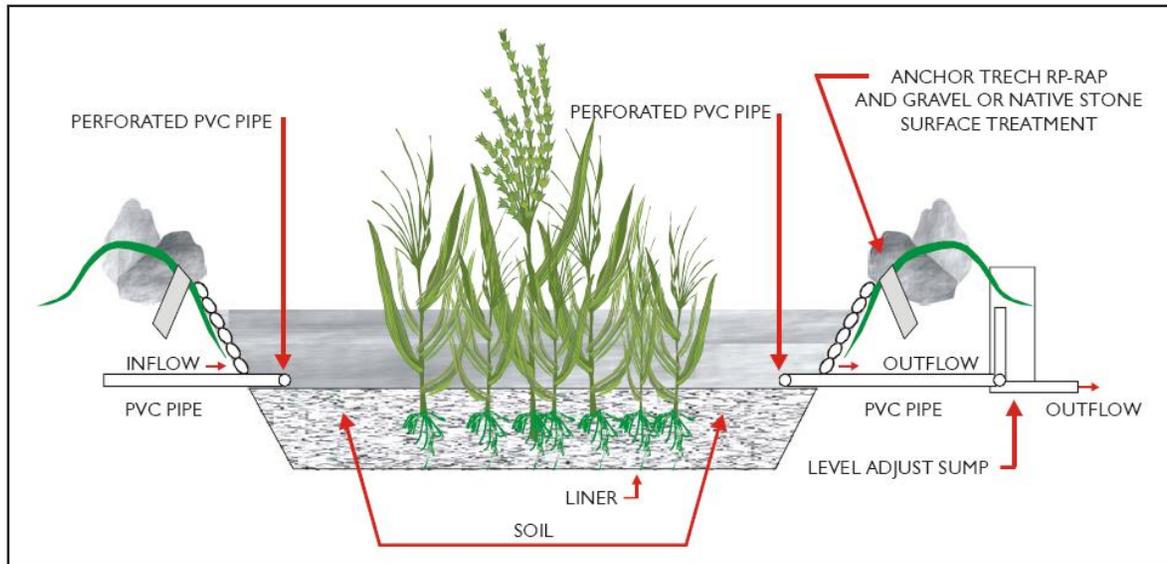
Según Coleman et al. (2000), los humedales artificiales han reportado reducciones en la concentración de los sólidos suspendidos (SS) en un 78%; la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), en un 71%; el nitrógeno total (NT), en un 55%; el fósforo total (P), en un 50%; los coliformes fecales (CF), en un 78%; y el nitrógeno amoniacal, en un 75%

Los humedales artificiales logran el tratamiento de las aguas residuales a través de la sedimentación, adsorción y metabolismo bacterial. Además, interactúan con la atmósfera. Los humedales operan casi a velocidades de flujo y caudal constante y están sujetos a drásticos cambios en la remoción de DBO, debido a los cambios en la temperatura del agua.

5.3.1 Tipos de humedales artificiales. Existen dos tipos de humedales diseñados para el tratamiento de aguas residuales, humedales de flujo subsuperficial (SFS) y superficial (SF). En el denominado de flujo superficial, el agua circula por sobre la superficie del substrato y, en el de flujo subsuperficial, el agua circula a nivel de la superficie del lecho o por debajo del substrato.

5.3.1.1 Sistema de agua superficial libre (SASL). Estos sistemas consisten típicamente de estanques o canales, con alguna clase de barrera subterránea para prevenir la filtración, suelo u otro medio conveniente a fin de soportar la vegetación emergente, y agua en una profundidad relativamente baja (0,1 a 0,6 m) que atraviesa la unidad (Figura siguiente). La baja profundidad del agua, la baja velocidad del flujo y la presencia de tallos de planta regulan el flujo del agua. Se aplica agua residual pre-tratada a estos sistemas y el tratamiento ocurre cuando el flujo de agua atraviesa lentamente el tallo y la raíz de la vegetación emergente.

Figura 13. Sistema de agua superficial libre



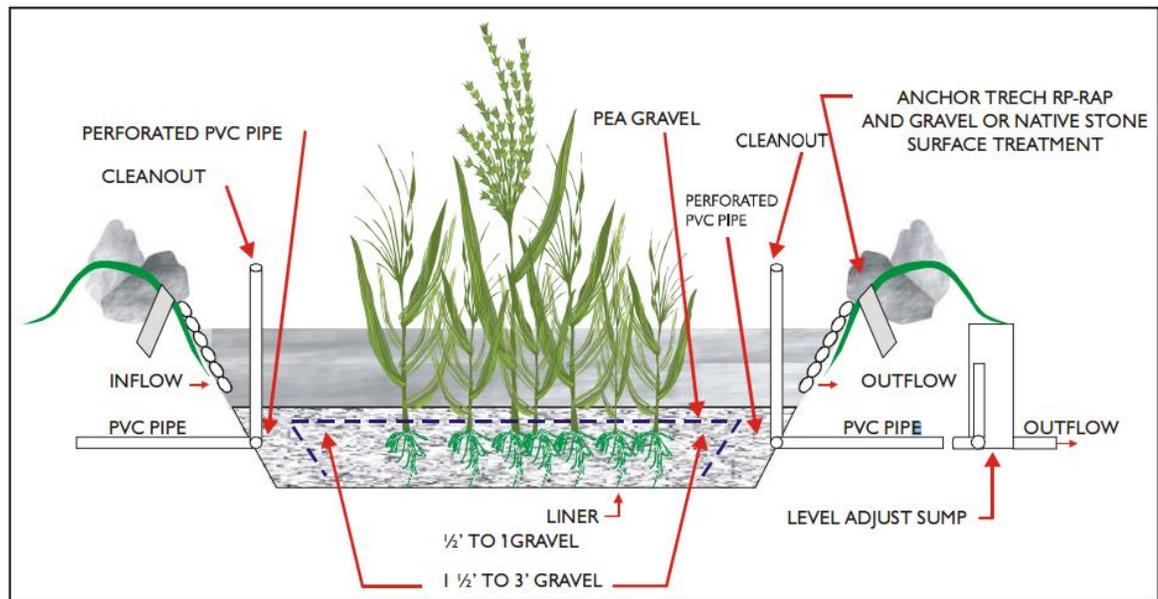
Adaptada de Llagas y Guadalupe, (2006).

5.3.1.2 Sistemas de flujo bajo la superficie (SFBS).

Sistemas de flujo bajo la superficie (SFBS) Estos sistemas son similares a los filtros horizontales por goteo en las plantas de tratamiento convencionales. Se caracterizan por el crecimiento de plantas emergentes usando el suelo, grava o piedras como sustrato de crecimiento en el lecho del canal. Dentro del lecho los microbios facultativos atacan al medio y las raíces de las plantas, contactando de este modo el agua residual que fluye horizontalmente a través del lecho; mientras que el sobrante baja a la superficie del medio. Estos sistemas de flujo bajo superficie son diseñados con el propósito de obtener niveles de tratamiento secundarios, son llamados «la zona de raíces» o «filtros de piedras de junco y caña» desarrollado en Alemania Oriental (ver Figura siguiente)³⁰.

³⁰ Ibid. (consultada 18 de Julio de 2015, 5:10 pm)

Figura 14. Sistema de agua bajo la superficie



Adaptada de Llagas y Guadalupe, (2006).

Para este proyecto se eligió el sistema de agua superficial libre (SASL)

5.3.1.3 Plantas acuáticas. Las especies de plantas que se introducen para crear un humedal dependen del tipo de humedal que se desea establecer. En este sentido, el clima, salinidad, profundidad y régimen de uso son los factores que van a definir las especies que serán introducidas. Dentro de estas especies las más utilizadas en los humedales artificiales son las plantas macrófitas emergentes, subemergentes y flotantes, ya que son capaces de soportar variaciones en el nivel de agua y, además, poseen la cualidad de poder reproducirse en condiciones con bajos niveles de oxígeno disuelto.

La función de mayor importancia de las macrófitas en relación con el proceso de tratamiento de las aguas residuales es el efecto físico que ellas producen. Las macrófitas estabilizan la superficie del lecho, proporcionando buenas condiciones para la filtración, la transferencia de oxígeno a través de las raíces y rizomas, absorción de nutrientes y eliminan contaminantes por asimilación directa en sus tejidos³¹.

31 Ibid. (consultada 18 de Julio de 2015, 5:15 pm)

Las plantas que con más frecuencia se utilizan son: *Scripus spp*, cuyo nombre común es junco. Este tipo de planta se caracteriza porque penetra en la grava alrededor de 0,6 m por lo que son muy apropiadas para humedales de tipo subsuperficial. Son robustas capaces de prosperar bajo condiciones ambientales adversas y tienen gran facilidad de propagación. Otra planta común en los humedales artificiales es la *Typha Latifolia L*, cuyo nombre común es la espadaña, se propaga fácilmente, en un año logra un buen cubrimiento con una separación inicial de 0,6 m. Las raíces penetran hasta una profundidad de 0,3 m.

5.3.1.4 Medios de soporte.

En los humedales el sustrato está formado por el suelo: arena, grava, roca, sedimentos y restos de vegetación que se acumulan en el humedal debido al crecimiento biológico.

El sustrato, sedimentos y los restos de vegetación en los humedales artificiales son importantes por varias razones:

- ❖ Soportan a muchos de los organismos vivientes en el humedal.
- ❖ La permeabilidad del sustrato afecta el movimiento del agua a través del humedal.
- ❖ Muchas transformaciones químicas y biológicas (sobre todo microbianas) tienen lugar dentro del sustrato.
- ❖ Proporciona almacenamiento para muchos contaminantes.
- ❖ La acumulación de restos de vegetación aumenta la cantidad de materia orgánica en el humedal.
- ❖ La materia orgánica da lugar al intercambio de materia, fijación de microorganismos y es una fuente de carbono que es a la vez, la fuente de energía para algunas de las más importantes reacciones biológicas en el humedal³².

32 Op. Cit. DELGADILLO. pág. 12.

5.3.1.5 Mecanismos de remoción de contaminantes en humedales. Los humedales pueden tratar con efectividad altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos (SS), y nitrógeno, así como niveles significativos de metales, compuestos orgánicos traza y patógenos. La eliminación de fósforo es mínima debido a las limitadas oportunidades de contacto del agua residual con el suelo. Los mecanismos básicos de tratamiento son tamizados, sedimentación, precipitación química, adsorción y degradación microbológica de la DBO y del nitrógeno, así como la captación por parte de la vegetación. En la Tabla N° 6, se pueden ver los principales procesos que se llevan a cabo en un humedal y que permiten la depuración del agua residual.

Tabla 28. Mecanismos de depuración predominantes en los humedales artificiales

Contaminantes	Mecanismos de eliminación
Sólidos suspendidos	Sedimentación Filtración
Materia orgánica	Degradación microbiana aerobia Degradación microbiana anaerobia
Nitrógeno	Amonificación seguido por nitrificación microbiana y desnitrificación. Asimilación por parte de las plantas Adsorción principal. Volatilización del amoniaco
Fósforo	Adsorción por parte del lecho Asimilación por parte de las plantas
Metales	Asimilación por parte de las plantas Intercambio iónico
Patógenos	Sedimentación Filtración Muerte natural Radiación ultravioleta

Adaptada de Mena et al. (2008)

5.3.1.6 Diseño Hidráulico del Humedal Artificial Flujo superficial SF. Este método no convencional de tratamiento de aguas residuales requiere de terreno, entre 1 a 5 m² por persona, por ello corresponde a un sistema de tratamiento adecuado para pequeñas comunidades como colegios o conjuntos habitacionales rurales.

N° de Habitantes $175 * 2\text{m}^2 = 350 \text{ m}^2$; Se toma como requerimiento de área por persona para iniciar los cálculos dos metros cuadrado (2m^2)

Volumen de agua del humedal

$$V_h = 350 \text{ m}^2 * 0.40\text{m}$$

$$V_h = 140 \text{ m}^3$$

Longitud total interna

$$\text{Longitud} = \frac{\sqrt{2 * 140}}{0.40}$$

$$\text{Longitud} = 26.46 \text{ m}$$

Ancho interno

$$\text{Ancho} = \frac{\text{Long}}{2} = \frac{26.46}{2}$$

$$\text{Ancho} = 13.23 \text{ m}$$

El área que se requiere para construir el humedal Artificial es de 350 m^2 , la cual se considera adecuada y más eficiente que el campo de infiltración que requerirá mayor área y se tendrían que realizar estudios de acuíferos subterráneos para determinar la modelación de la calidad del vertimiento.

E.3.5.3.3 Operación y mantenimiento

Se recomienda que la superficie del humedal se cubra con vegetación. La elección de la vegetación depende del tipo de residuos, de la radiación solar, la temperatura, la estética, la vida silvestre deseada, las especies nativas y la profundidad del humedal. Es esencial que las raíces tengan siempre acceso a agua en el nivel de los rizomas en todas las condiciones de operación. Para medios muy permeables con alta conductividad hidráulica (tales como la grava), se recomienda que el nivel de agua se mantenga alrededor de 2 a 5 cm por debajo de la superficie del lecho.

Figura 15. Corte longitudinal humedal artificial

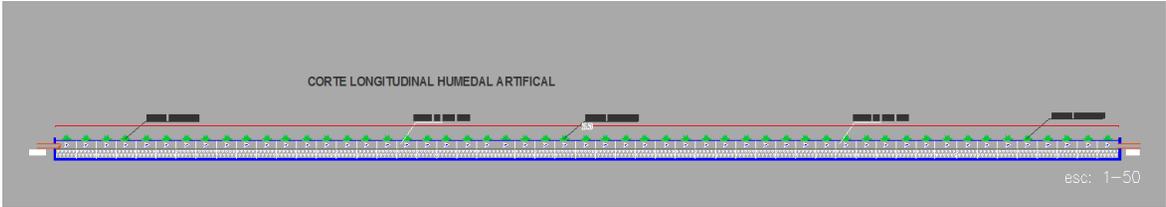
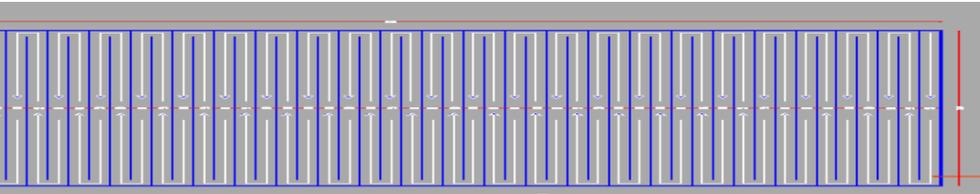


Figura 16. Planta Humedal artificial



Los Sistemas de Riego por Goteo

El Sistema de riego por goteo es un sistema mecanizado a presión que permite aplicar agua gota por gota sobre la superficie del suelo en el que se desarrolla el sistema radicular del cultivo, se produce humedecimiento limitado y localizado. El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros).

Ventajas:

-Ahorra agua contribuyendo a extender la frontera agrícola.
-Permite la conservación del suelo.- Eleva el rendimiento de los cultivos.
Mejora la calidad de los productos cosechados.
Permite planificarlas siembras, y lograr mejores precios en el mercado.

Desventajas:

- Contaminación de suelo con sales. En zonas muy áridas y con poca posibilidad del lavado del suelo, el uso de aguas de mala calidad puede dañar el suelo.
- La obstrucción de los orificios de riego. Es imprescindible una instalación compleja de filtración de agua.

6. METODOLOGÍA

La metodología que se usara durante la implementación del proyecto estará sustentada en un marco de trabajo, donde quedan claro los procesos de desarrollo que conducirán al logro de los objetivos planteados.

La aplicación de las herramientas en que se apoya este proyecto estará dividida en dos partes, la primera en donde se desarrollara el trabajo practico, el cual será medible repetible y verificable en condiciones que permitan determinar la rigurosidad de una investigación de tipo científico, y de otro lado la observación, la cual incorporará técnicas y actividades propias estructurales y formales que correspondan al plan de indagación y verificación de condiciones.

La suma de dichas acciones, corresponderán a la recolección de datos y la observación directa, la cual conducirá describir y analizar el problema previsto haciendo operativas las fases del proyecto.

Para esta fase de trabajo en territorio se ha diseñado como instrumento para recoger la información de las viviendas a intervenir en el territorio, una "Ficha de reconocimiento en territorio". Con la cual se busca contribuir al proceso de recolección de información técnica, social, económica, necesaria y suficiente para cada uno de estos aspectos, contemplara variables específicas para determinar la situación y las tendencias de las familias involucradas. Esta constituirá una base de datos de hechos recogidos, los cuales serán ordenados sistemáticamente, con la intención de juzgar la situación de la población.

Contenido de la ficha de reconocimiento en territorio: se encontrara en las siguientes categorías.

- Información general de la vivienda

- Esquema

- ❖ Vivienda
- ❖ Fachada
- ❖ Validación física de los espacios principales, Confort.
- ❖ Servicios públicos-Aseo
- ❖ Servicios públicos- Agua- Energía – Alcantarillado.

- ❖ Distribución socio familiar en la vivienda.
- ❖ Entorno.
- ❖ Economía.
- ❖ Comunicación.

Se realizó las encuestas teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- ❖ Primero se diligencio completamente los datos generales de la vivienda.
- ❖ Se procedió a dibujar un esquema de la vivienda por cada piso, y describir a que correspondía cada espacio, asegurándose de que contengan las observaciones de la visita a fin de localizar gráficamente las condiciones detectadas.
- ❖ Luego se debe diligencio las preguntas de selección, teniendo en cuenta que cada característica tiene 5 alternativas.
- ❖ Los datos de vivienda fueron diligenciados marcando con una " X" en la columna de datos, según la alternativa de letra seleccionada.
- ❖ Los datos de fachada fueron diligenciados en las tres columnas según corresponda a cada de las alternativas de respuesta.
- ❖ La validación física de los espacios principales y las condiciones de confort, se diligencio según cada uno de los espacios de la vivienda y para cada ítem, indicando en el recuadro superior el número de espacios que existan y utilizando el número de fichas.
- ❖ Con relación a las condiciones de servicios públicos - aseo deberán ser diligenciados marcando con una " X" en la columna de datos, según la alternativa de letra seleccionada.
- ❖ El tema de otros servicios – Agua – Energía y Alcantarillado, deberá ser diligenciado en las tres columnas según corresponda a cada de las alternativas de respuesta.
- ❖ En segunda medida se procedió los datos de las condiciones socio familiares. Teniendo presente que esta parte de la ficha al seleccionar la alternativa debe utilizar números según corresponda, en lugar de las "X" del aparte anterior.

- ❖ Para las características de entorno, economía y comunicación puede utilizar nuevamente la "X" para marcar la alternativa seleccionada.
- ❖ Para finalizar se tomó nota del año de construcción, el área, del terreno y el área construida.
- ❖ Y si se tiene información adicional o alguna o alguna observación específica, se puede utilizar el espacio de "notas"

En el desarrollo de la investigación se realizó la consulta bibliográfica a través de libros e internet permitiendo identificar los sistemas sépticos existentes con el fin de conocer sus características y funcionamiento.

6.1 FICHA DE RECONOCIMIENTO EN TERRITORIO

INTRODUCCIÓN
ESQUEMA
ESTRUKO

ESQUEMA



INGENIERO A SU CASA
FICHA DE RECONOCIMIENTO EN TERRITORIO
 V4 Febrero 2014



1 Vivienda	
Descripción	Datos
1.1 Pertenencia	
a. vivienda de emergencia	
b. Arrendamiento	
c. Posesión	
d. Tenencia	
e. Propia con alguna afectación	
f. Propia	
1.2 Disposición	
a. Sala (s)	
b. Comedor (es)	
c. Alcobas (s)	
d. Baño (s)	
e. Cocina (s)	
f. Patio (s)	

2. Fachada			
Descripción			
	1. Frontal	2. Posterior	3. Lateral
2.1 Estructura			
a. Sin estructura reconocible			
b. Prefabricado			
c. Ladrillo, Bloque			
d. Mampostería estructural			
e. Pórticos de Concreto			
f. Estructura metálica			
2.2 Muros			
a. Materiales de Desecho, Esterilts			
b. Madera, Bahareque, Adobe, Tapia			
c. Concreto prefabricado			
d. Bloque, Ladrillo			
e. Bloque o Ladrillo pañetado y pintado			
f. Bloque o Ladrillo enchapado o acabado fino			

3.1 Estructura						
a.	Sin estructura reconocible					
b.	Prefabricado					
c.	Ladrillo, Bloque					
d.	Mampostería estructural					
e.	Pórticos de Concreto					
f.	Estructura metálica					
3.2 Muros						
a.	Materiales de Desecho, Esterilia					
b.	Madera, Bahareque, Adobe, Tapia					
c.	Concreto prefabricado					
d.	Bloque, Ladrillo					
e.	Bloque o Ladrillo pañetado y pintado					
f.	Bloque o Ladrillo enchapado o acabado fino					
3.3 Pisos						
a.	Tierra Pisada					
b.	Cemento, Madera burda, adoquín					
c.	Baldosa común de cemento, Tablón, Mineral					
d.	Tableta, Caucho, Acrílico, Granto, Baldosa fina					
e.	Parquet, Alfombra, Látex machimbreado					
f.	Retal de mármol, Mármol, Otros lujosos					
3.4 Cubierta						
a.	Sin cubierta, Materiales de Desecho, Telas Asfálticas					
b.	Znc, barro, fibrocemento, u otro rustico					
c.	Entrepiso (cubierta provisional) o Prefabricado					
d.	Znc, barro, fibrocemento, u otro sencillo					
e.	Terraza definida con acceso y barandas					
f.	Piaca imp. Cubierta lujosa u ornamental					

3.5 Iluminación						
a.	Nula					
b.	Mala					
c.	Deficiente					
d.	Regular					
e.	Buena					
f.	Excelente					
3.6 Ventilación						
a.	Nula					
b.	Mala					
c.	Deficiente					
d.	Regular					
e.	Buena					
f.	Excelente					
3.7 Conservación						
a.	Nula					
b.	Mala					
c.	Deficiente					
d.	Regular					
e.	Buena					
f.	Excelente					
3.8 Mobiliario						
a.	Nulo					
b.	Deficiente					
c.	Pobre					
d.	Sencillo					
e.	Buena					
f.	Lujosos					



Organización estatal de Fias

INGENIERO A SU CASA

FICHA DE RECONOCIMIENTO EN TERRITORIO

V4 Febrero 2014



4. Servicios Públicos - Aseo

Descripción		Aseo
4.1 Condiciones de aseo		
a.	Nula	
b.	Mala	
c.	Deficiente	
d.	Regular	
e.	Buena	
f.	Excelente	
4.2 Almacenaje de residuos		
a.	Amononada	
b.	Cajas de cartón	
c.	Recipientes no resistentes al agua	
d.	Costales de fique o fibra	
e.	Bolsas de polietileno	
f.	Contenedores con tapa	
4.3 Disposición final de residuos		
a.	Incineración	

Otros servicios - Agua - Energía - Alcantarillado

Descripción	Agua	Energía	Alcantarillado
4.5 Red interna			
a.	Inexistente		
b.	Provisional		
c.	parte en bebida y parte expuesta		
d.	Expuesta		
e.	Externa Protegida		
f.	Embebida		
4.6 Aprovechamiento			
a.	Legal		
b.	Provisional		
c.	Sistema alternativo poco eficiente		
d.	Conexión domiciliar subsidiada		
e.	Sistema alternativo eficiente		
f.	Conexión domiciliar a RSP		
4.7 Suministro			
a.	Sin suministro		

a.	Otro								
b.	Sala								
c.	Comedor								
d.	Deposito								
e.	Estudio								
f.	Alcoba								
5.2 Genero									
a.	Adultos Hombres								
b.	Adultas Mujeres								
c.	Adolescentes hombres								
d.	Adolescentes mujeres								
e.	Niños								
f.	Niñas								
5.3 Edad									
a.	Menores entre 0 y 2 años								
b.	Menores entre 3 y 9 años								
c.	Menores entre 10 y 17 años								
d.	Adultos entre los 18 y 45 años								
e.	Adultos entre los 46 y 64 años								
f.	Adulto mayor de 65 años								
5.4 Discapacidad									
a.	Discapacidad física y psíquica								
b.	Discapacidad física y mental								
c.	Discapacidad intelectual o mental								
d.	Discapacidad Psíquica								
e.	Discapacidad física								
f.	Ninguna								

a.	No esta afiliado								
b.	Síben								
c.	Beneficiario EPS								
d.	Cotizante EPS								
e.	Cotizante EPS y ARL								
f.	Med. Prepagada								
5.6 Escolaridad									
a.	Primaria								
b.	Bachillerato								
c.	Técnico								
d.	Tecnólogo								
e.	Universitario								
f.	Posgrado								
5.7 Camas									
a.	Vacía								
b.	Otro mueble								
c.	Camarote								
d.	Cama sencilla								
e.	Cama semidoble								
f.	Cama doble								
5.8 Numero de hogares en la vivienda									
a.	Más								
b.	Cinco								
c.	Cuatro								
d.	Tres								
e.	Dos								
f.	Uno								



INGENIERO A SU CASA
FICHA DE RECONOCIMIENTO EN TERRITORIO
 V4 Febrero 2014



6. Entorno

Descripción	Datos
6.1 Vía	
a.	Sin
b.	Tierra compactada
c.	Recebo con pactado
d.	Adoquín
e.	Pavimento Rígido
f.	Pavimento asfáltico
6.2 Andén	
a.	Sin
b.	Tierra
c.	Recebo con pactado
d.	Adoquín
e.	Rígido
f.	Asfalto
6.3 Fozos de riego	

7. Economía

Descripción	Subtotal	Total
7.1 Empleado		
a.	Pop. No econ. Activa	
b.	Inactivo	
c.	desempleado	
d.	Trabajador Informal	
e.	Trabajador Independiente	
f.	Trabajador Formal	
7.2 Ingresos		
a.	Menos \$76.500	
b.	Entre \$76.500 y \$153.777	
c.	Entre \$154.000 y \$307.777	
d.	Entre \$308.000 y \$615.777	
e.	Entre \$616.000 y \$1.232.000	
f.	Más de \$1.232.000	
7.3 Fomosa		

8. Comunicación

Descripción	Datos
8.1 Acceso a medios de comunicación	
a.	Telefonía fija
b.	Telefonía Móvil
c.	Internet
d.	Televisión privada
e.	Televisión pública
f.	Radio
8.2 Enlaces	
a.	Teléfono fijo
b.	Teléfono Móvil
c.	Computador
d.	Puntos de acceso TV Priv.
e.	Puntos de acceso TV Pub.
f.	Receptor de radio

7. ANÁLISIS Y PROFUNDIZACIÓN DEL PROBLEMA

7.1 CASA TIPO CASCO URBANO

7.1.1 Caracterización y diagnóstico.

7.1.1.1 Vivienda. La vivienda se encuentra ubicada en la Manzana A BIS Casa 2, del barrio El progreso en la inspección de Cambao del Municipio de San Juan de Rio Seco del Departamento de Cundinamarca, figurando como propietaria la Sra. Bertilda Pulido Santos, identificada con Cédula de Ciudadanía C.C. 46.643.230; La vivienda se encuentra en estrato 1.

Dentro de las consideraciones necesarias cabe resaltar que es una vivienda de tipo unifamiliar que ostenta una pertenencia propia, la cual cuenta con una disposición de espacios diferenciados que corresponden a 1 sala, 3 alcobas, 1 baño, 1 cocina y 1 patio. La vivienda presenta patologías de fisuras que ponen en riesgo el bienestar físico de los miembros del núcleo familiar.

7.1.1.2 Fachada.

Frontal: La vivienda es de tipo pobre, la estructura y los muros están contruidos en bloque y ladrillo, presentando una conservación buena.

Posterior: La vivienda es de tipo pobre, los muros y la estructura están contruidos en bloque y ladrillo, presentando una conservación buena.

Lateral Derecha: Se encuentra construida en ladrillo bloque, presenta muros en este mismo material, la conservación de esta es buena.

Lateral Izquierda: Se encuentra construida en ladrillo bloque, presenta muros en este mismo material, la conservación de esta es regular.

Observaciones:

❖ El estado de las fachadas de la vivienda está en aceptables condiciones para su habitabilidad.

7.1.1.3 Estructura y confort, valoración física de los espacios principales.

Sala: La estructura y los muros están contruidos en ladrillo bloque, sus pisos están terminados en baldosa común de cemento, y cubierta de tejas de zinc. En lo relacionado con el estado de confort se encuentra que la iluminación, la ventilación y la conservación son buenas y el mobiliario es sencillo.

Alcoba 1: La estructura y los muros están contruidos en ladrillo bloque, sus pisos están terminados en cemento, y cubierta de tejas de zinc. En lo relacionado con el estado de confort se encuentra que la iluminación y la ventilación son buenas, la conservación es buena y el mobiliario es sencillo.

Alcoba 2: Se encuentra sin estructura reconocible, los muros están contruidos en materiales de desecho y esterilla, sus pisos están en tierra pisada, y cubierta de tejas de zinc. En lo relacionado con el estado de confort se encuentra que la iluminación y la ventilación son buenas, la conservación es mala y el mobiliario es sencillo.

Alcoba 3: Se encuentra sin estructura reconocible, los muros están contruidos en materiales de desecho y esterilla, sus pisos están en tierra pisada, y cubierta de tejas de zinc. En lo relacionado con el estado de confort se encuentra que la iluminación y la ventilación son buenas, la conservación es mala y el mobiliario es sencillo.

Baño: Se encuentra sin estructura reconocible, los muros están contruidos en materiales de desecho y esterilla, sus pisos están terminados en cemento, y cubierta de tejas de zinc. Su disposición final de aguas residuales en dirección al rio magdalena siendo éste fuente de abastecimiento ya que no cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales. En lo relacionado con el estado de confort se encuentra que la iluminación y la ventilación son buenas, la conservación es mala y el mobiliario es pobre.

Cocina: Se encuentra sin estructura reconocible, los muros están contruidos en materiales de desecho y esterilla, sus pisos están en tierra pisada, y cubierta de tejas de zinc. En lo relacionado con el estado de confort se encuentra que la iluminación y la ventilación son buenas, la conservación es mala y el mobiliario es pobre.

Patio: Se encuentra sin estructura reconocible, los muros están contruidos en bloque, sus pisos están en tierra pisada y sin cubierta. En lo relacionado con el estado de confort se encuentra que la iluminación y la ventilación son buenas, la conservación es mala y el mobiliario es pobre.

Observaciones:

- ❖ La cocina necesita pañetado y pintura dentro de su interior, ya que esta no presenta una estructura reconocible.
- ❖ El baño se encuentra en condiciones desfavorables, necesita cambio de batería sanitaria completa.
- ❖ Es necesario mejorar la estructura y los muros de las alcobas 2 y 3, ya que se encuentran sin estructura reconocible.

7.1.1.4 Servicios públicos. Las condiciones de aseo de la vivienda son buenas, el almacenaje de residuos lo realizan en costales de fique o fibra y la disposición final de estos desechos la efectúa la oficina de servicios públicos del Municipio de San Juan de Río Seco.

La vivienda no cuenta con el servicio de alcantarillado.

Agua: La red interna es externa protegida; aprovisionamiento con conexión domiciliaria a RSP, y un suministro de todos los días algunas horas (hasta las 4 de la tarde).

Energía: La red interna es externa protegida; aprovisionamiento con conexión domiciliaria a RSP, y un suministro permanente.

Alcantarillado: Nulo.

Observaciones:

- ❖ El servicio del agua es suspendido a las cuatro de la tarde todos los días, problemática que afecta a los habitantes de esta vivienda; ya que el agua debe ser recolectada en baldes o canecas para suplir las necesidades que se generan en las horas que no tienen el servicio.

7.1.1.5 Distribución socio familiar en la vivienda. La vivienda es de tipo unifamiliar, esta cuenta con tres espacios, que corresponden a una sala y dos alcobas, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

Espacio 1: Este espacio hace referencia a la sala, lugar dentro del cual se encuentra una cama sencilla. Allí duerme el nieto de la propietaria, el cual tiene 8 años de edad posicionándolo en el rango de menores entre 3 y 9 años. El menor no presenta ningún tipo de discapacidad, se encuentra afiliado al sistema de salud SISBEN (Convida) y se encuentra en proceso de formación académica de básica primaria.

Espacio 2: Este espacio hace referencia a la alcoba 1, lugar dentro del cual se encuentra una cama semidoble. Allí duerme la hija de la propietaria, la cual tiene 26 años de edad posicionándola en el rango de adultos entre los 18 y 45 años. La Sra. no presenta ningún tipo de discapacidad, se encuentra afiliada al sistema de salud SISBEN (Convida) y cuenta con un nivel de escolaridad de básica primaria.

Dentro de este mismo espacio duerme su hijo, el cual tiene 2 años de edad posicionándolo entre el rango de menores entre 0 y 2 años. El menor no presenta ningún tipo de discapacidad, se encuentra afiliado al sistema de salud SISBEN (Convida) y aún no ha iniciado sus estudios académicos.

Espacio 3: Este espacio hace referencia a la alcoba 2, lugar dentro del cual se encuentra una cama semidoble. Allí duerme la propietaria de la vivienda, la cual tiene 55 años de edad posicionándola en el rango de adultos entre los 46 y 64 años. La Sra. no presenta ningún tipo de discapacidad, se encuentra afiliada al sistema de salud SISBEN (Convida) y cuenta con un nivel de escolaridad de básica primaria.

Observaciones:

❖ Se recomienda hacer una alcoba dentro de la vivienda, debido a que una de las hijas de la propietaria, la Sra. Johanna Smir Hincapié Santos y sus 3 hijos no cuentan con un lote ni una vivienda para su habitabilidad.

7.1.1.6 Entorno. Se evidencia que la vía se encuentra en recebo compactado, el andén esta rígido y existen espacios públicos de zona de reserva forestal. Durante la visita se logra observar que el entorno presenta riesgo de enfermedades por la disposición final de las aguas residuales domiciliarias.

7.1.1.7 Economía. La actividad económica solamente es desarrollada por la Sra. Bertilda Pulido Santos, quien labora esporádicamente de manera independiente, trabajando en una finca aledaña a la zona. La Sra. recibe un ingreso mensual entre el rango de \$154.000 y \$307.777, presentando egresos entre un rango de \$154.000 y \$307.777.

7.1.2 Registro fotográfico vivienda urbana. Inspección De Cambao - Barrio El Progreso

Manzana A Bis Casa 2



Segunda Alcoba.



La sala presenta una conservación buena y el mobiliario es sencillo.

Tercera Alcoba.



La cocina presenta una conservación mala y un mobiliario pobre. No cuenta con una estructura comfortable.



La conservación del patio es mala y el mobiliario es pobre.



7.2 CASA TIPO CASCO RURAL

7.2.1 Caracterización y diagnóstico.

7.2.1.1 Vivienda. La vivienda se encuentra ubicada en la Vereda Dos Rios, en la inspección de Cambao del Municipio de San Juan de Rio Seco del Departamento de Cundinamarca, figurando como propietario el Sr. Rene Ramirez, identificada con Cédula de Ciudadanía C.C. 14.268.904; La vivienda se encuentra en estrato 2.

Dentro de las consideraciones necesarias cabe resaltar que es una vivienda de tipo unifamiliar que ostenta una pertenencia propia, la cual cuenta con una disposición de espacios diferenciados que corresponden a 1 sala, 3 alcobas, 1 baño, 1 cocina y 1 patio. La vivienda presenta patologías de fisuras, humedades y no cuenta con alcantarillado que ponen en riesgo el bienestar físico de los miembros del núcleo familiar.

7.2.2 Registro Fotográfico. Inspección De Cambao. Vereda Dos Rios.

	
<p>1. Fachada de la vivienda</p>	<p>2. Fachada de la vivienda</p>
	
<p>3. Comedor de la vivienda</p>	<p>4. Sala de la vivienda con grita en el piso.</p>



5. Cocina de la vivienda sin estructura reconocible. Las aguas residuales son arrojadas a la intemperie.



6. Baño de la vivienda no se usa debido a no contar con alcantarillado



7. Sala de la vivienda con grita en el piso.



8. Primera Habitación de la vivienda en condición favorable.



9. Pisos de la vivienda con grietas.



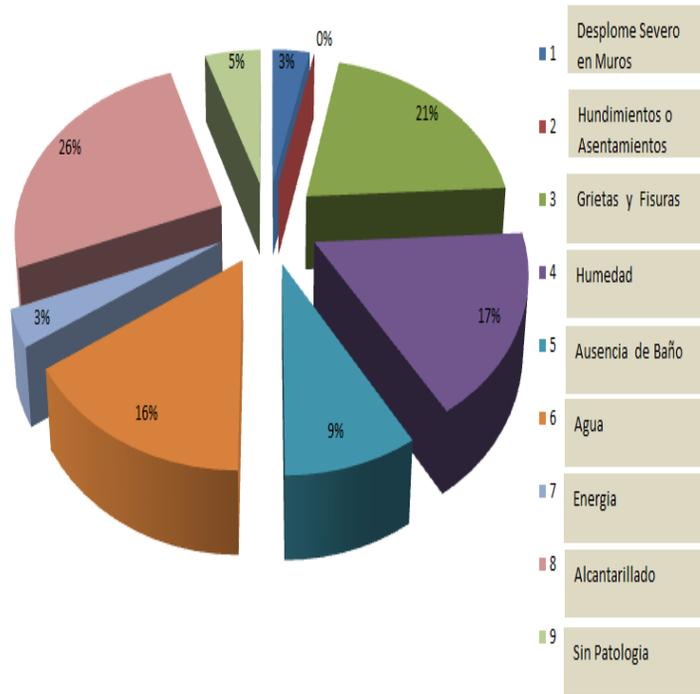
10. Patio de la vivienda, en tierra pisada, cuenta con una buena área para posibles construcciones.

7.3.1 Total de patologías BINA 1.

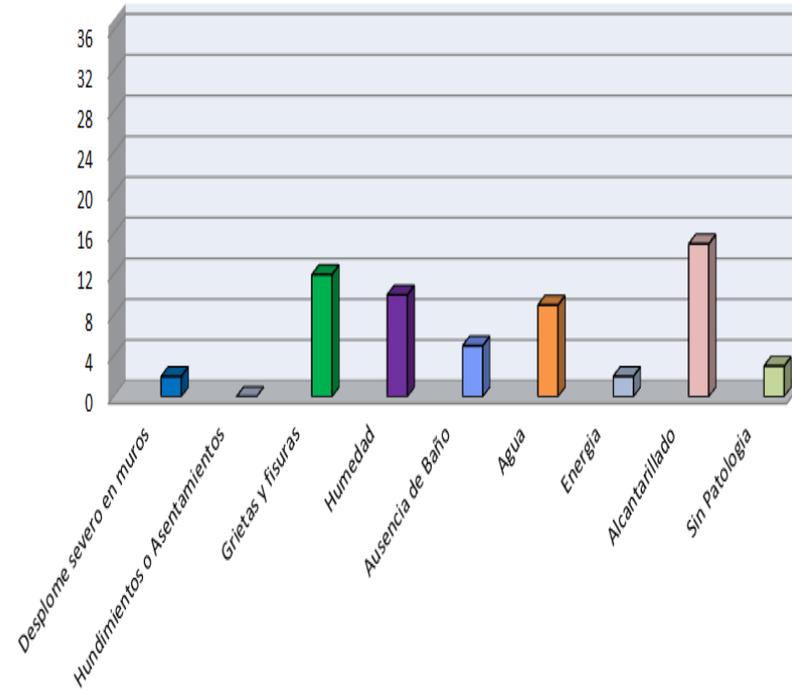


BINA	FORMATO DE RECONOCIMIENTO DE POTENCIALES BENEFICIARIOS DEL PROYECTO INGENIERO A SU CASA											
	No de Visitas	Propietario	Desplome severo en muros	Hundimientos o Asentamientos	Grietas y fisuras	Humedad	Ausencia de Baño	Servicios Públicos			Sin Patología	total de patologías
								Agua	Energía	Alcantarillado		
1	Luz Amparo Godoy	x				x						2
2	Lidia Mahecha Muñoz			x		x						2
3	Teresa Urrego De Rubio			x								1
4	Fanny Guzmán									x		1
5	Jorge Triana			x								1
6	Idaly Varon Nuñez			x								1
7	Arturo López Muñoz									x		1
8	Gladys Rocha De Rubio									x		1
9	Agueda Ramirez Torres								x			1
10	Carlos Ferney Mancipe							x	x			2
11	Germán Patiño Tovar			x		x		x				2
12	Emelina Ibañez Fernandez			x		x		x				3
13	Jhon Mario Pulido			x		x	x	x				4
14	Paulina Agudelo Muñoz			x								1
15	Jose Joaquin Bonilla			x			x					2
16	Carlos Arturo Horjuela			x						x		2
17	María Ubaldina Figueroa						x			x		2
18	Gloria Esther Camelo					x				x		2
19	Vicente Pobeda									x		1
20	Domingo Alfonso							x		x		2
21	Blanca Cecilia Contreras R.							x		x		2
22	Herlinda González	x										1
23	Pedro Lozano			x								1
24	Clelia Vásquez López					x						1
25	María Beatriz Olmos					x						1
26	Ramón Ayala Campos					x						1
27	Baudelino Cuellar Pachón					x						1
28	Carlos Alberto Delgado Llerena			x								1
29	Alberto Pinzón						x			x		2
30	Alirio Casallas Rosario						x			x		2
31	Eloísa Romero Chávez									x		1
32	Esperanza Mancilla Amésquita									x		1
33	Jaime Eduardo Toro Buenaventura									x		1
34	Nelly Chávez							x		x		2
35	René Ramírez Acosta							x		x		2
36	Luis Antonio Vásquez							x		x		2
37	Alfredo Nieto							x		x		2
TOTAL DE PATOLOGIAS			2	-	12	10	5	9	2	15	3	58
% DE PATOLOGIAS			3,45%	0,00%	20,69%	17,24%	8,62%	15,52%	3,45%	25,86%	5,17%	100,00%

DISTRIBUCCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS BINA 1



PATOLOGIAS SEGUN CANTIDAD DE VIVIENDAS BINA 1



7.4.1 Total de patologías BINA 3.

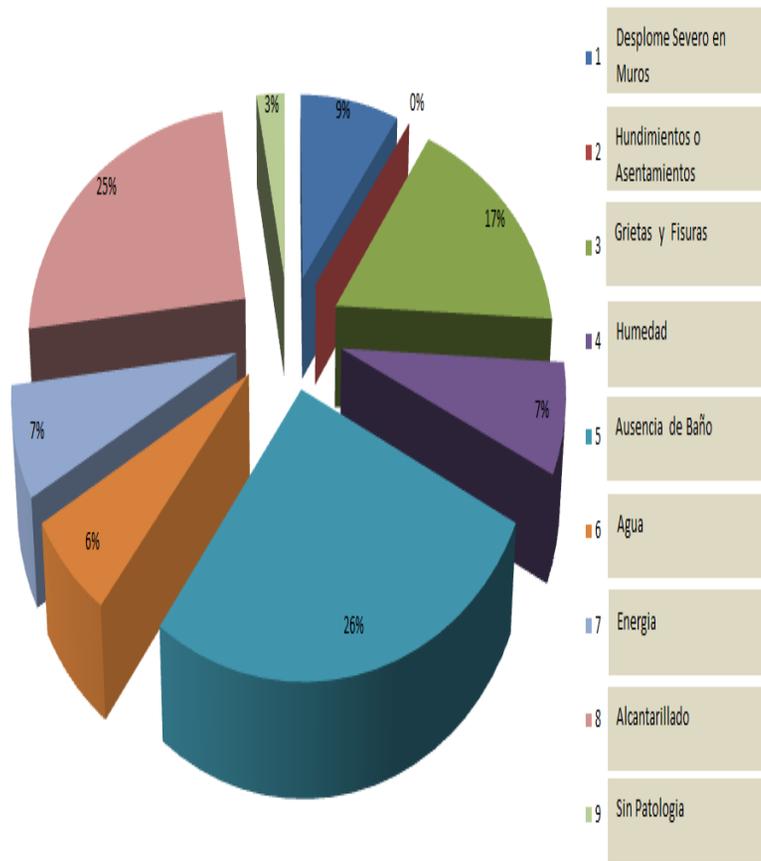


PARQUE CIENTIFICO DE INNOVACION SOCIAL
INGENIERO A SU CASA
VIVIENDAS BINA 3

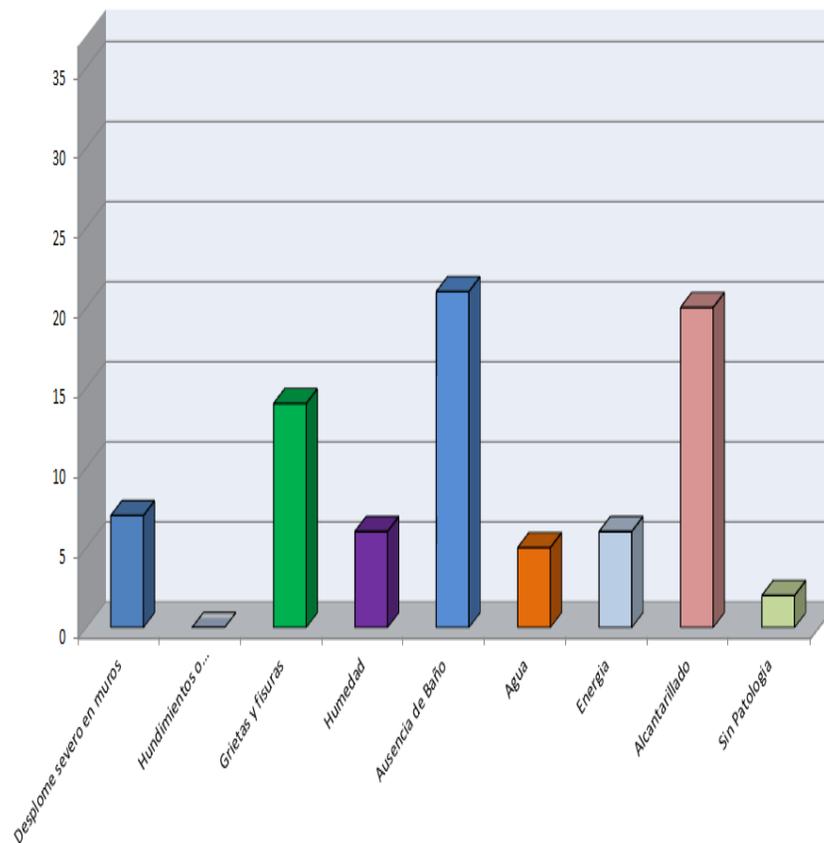


BINA	FORMATO DE RECONOCIMIENTO DE POTENCIALES BENEFICIARIOS DEL PROYECTO INGENIERO A SU CASA												
	No de Visitas	Propietario	Desplome severo en muros	Hundimiento o Asentamiento	Grietas y fisuras	Humedad	Ausencia de Baño	Servicios Publicos			Sin Patología	Total de Patologías	
								Agua	Energía	Alcantarillado			
3	1	María Mercedes Muñoz						X					1
	2	Argenis Bonilla Torres						X					1
	3	Marina Guzmán Muñoz	X								X		1
	4	Ruth Cerquera López							X				1
	5	María Eugenia Farra V.							X	X			2
	6	Bertilda Pulido Santos			X				X	X	X		4
	7	Maricela Bolaños								X		X	2
	8	Marcos Antonio Pulido C.							X		X		2
	9	Miriam Anzola Sosa								X			1
	10	Eliseo Lozano			X						X		1
	11	Martha Luz Pulido Santos			X						X		1
	12	Soraída Amparo Corredor T.							X	X			2
	13	Ana Rosa Martínez Bohórquez							X	X	X		3
	14	Luis Felipe Rodríguez Molina	X						X	X	X		3
	15	María Blanca Otálora							X	X	X		3
	16	Margarita Romero					X		X	X	X		3
	17	María Inés Rojas Pizzo			X		X		X	X	X		4
	18	María Inés Rojas Pizzo			X		X		X	X	X		4
	19	Willson Romero Palma			X		X		X	X	X		4
	20	Elvira Castañeda			X		X		X	X	X		4
	21	Álvaro Carvajal			X		X		X	X	X		4
	22	Rocío Hernández			X		X		X	X	X		4
	23	Edilber López Rubio			X		X		X	X	X		4
	24	Lilia María Villanueva			X		X		X	X	X		4
	25	Carlos Julio Chavarro	X		X		X		X	X	X		4
	26	Carlos Julio Chavarro			X		X		X	X	X		4
	27	Lisimaco Morales García			X		X		X	X	X		4
	28	Luis Alfonso Rodríguez			X		X		X	X	X		4
	29	Jairo Enrique Garzón Martínez			X		X		X	X	X		4
	30	Luz Marina Quiroga Toledo			X		X		X	X	X		4
	31	Diocelina Barreto Peña	X		X		X		X	X	X		4
	32	Samuel Dioniel Montaña Santos	X		X		X		X	X	X		4
	33	María Minda Triana			X		X		X	X	X		4
	34	Romelia Cortés Téllez	X		X		X		X	X	X		4
	35	Aureliano Guerrero Moreno			X		X		X	X	X		4
	36	Arturo Agudelo Ayala	X		X		X		X	X	X		4
	37	Rosalba Moreno			X		X		X	X	X		4
TOTAL DE PATOLOGIAS			7	-	14	6	21	5	6	20	2	81	
% DE PATOLOGIAS			8.64%	0.00%	17.28%	7.41%	25.93%	6.17%	7.41%	24.69%	2.47%	100.00%	

DISTRIBUCCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS BINA 3



PATOLOGIAS SEGUN CANTIDAD DE VIVIENDAS BINA 3



8. PRESUPUESTOS

8.1 PRESUPUESTO SISTEMA ANAERÓBICO RURAL

PRESUPUESTO PROYECTO : SISTEMA AEROBICO SECTOR RURAL POR UNIDAD DE VIVIENDA					
PRESUPUESTO COSTO DIRECTO (MATERIALES+MANO DE OBRA)					
ITEM	DETALLE	UND.	CANT.	V/UNT.	V/TOTAL
	PRELIMINARES				
1	Localización y replanteo	m2	25	\$ 500	\$ 12.500
2	TUBERIA Y ACCESORIOS				
3	Tubo sanitario de 4"	und.	6	\$ 24.000	\$ 144.000
4	Codos de 4"	und.	10	\$ 16.500	\$ 165.000
	CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO SISTEMA ANAEROBICO				
5	anaeróbico	m3	17	\$ 3.800	\$ 64.600
6	Retiro de material excavado (aplicando el coeficiente de expansión 30%)	m3	22	\$ 15.000	\$ 330.000
	CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS SEPTICA Y ANAEROBICO DEL SISTEMA ANAEROBICO				
7	Caja para trampa de grasas en mampostería pañetada cara interior de 1.00X0.50X1.25M con tapa y sus accesorios	m2	3,75	\$ 38.000	\$ 142.500
8	Tanque séptico en mampostería con cara interior pañetada de 1.00x2.00x1.80m con sus tapas y accesorios	m2	9,5	\$ 38.000	\$ 361.000
9	tanque filtro anaeróbico en mampostería con cara interior pañetada de 1.00x2.00x1.80m	m2	9,5	\$ 38.000	\$ 361.000
10	Tanque de cloración en mampostería con cara interior pañetada	m2	4	\$ 38.000	\$ 152.000
11	Concreto placa piso y tapas de las estructuras	m3	1,1	\$ 276.000	\$ 303.600
12	Gravilla o material filtrante del sistema	m3	3	\$ 65.000	\$ 195.000
13	Sistema de riego por goteo por goteo, en manguera de polietileno de 3" y reduce a 1/2.	und.	15	150.000	\$ 2.250.000
	COSTO TOTAL				\$ 4.481.200

8.2 PRESUPUESTO SISTEMA ANAERÓBICO URBANO

PRESUPUESTO PROYECTO : RED DE AGUAS NEGRAS Y SISTEMA ANAEROBICO SECT. URBANO					
PRESUPUESTO COSTO DIRECTO (MATERIALES+MANO DE OBRA)					
ITEM	DETALLE	UND.	CANT.	V/UNT.	V/TOTAL
PRELIMINARES					
1	Localización y replanteo	m2	1450	\$ 500	\$ 725.000
2	Campamento (en guadua, esterilla y teja de zinc)	m2	18	\$ 78.000	\$ 1.404.000
3	Cerramiento tela verde y guadua	ml	350	\$ 21.500	\$ 7.525.000
EXCAVACION PARA POZOS CAJAS DE INSPECCION Y RELLENOS					
4	Excavación mecánica para pozos (sin retiro de material)	m3	3,49	\$ 3.800	\$ 13.262
5	Excavación mecánica para tubería (sin retiro)	m3	97	\$ 3.800	\$ 368.600
6	Excavación manual para acometidas domiciliarias	m3	30	\$ 26.000	\$ 780.000
7	Relleno cama en gravilla para tubería h=Diam.tubo +0.1	m3	10	\$ 95.000	\$ 950.000
8	Relleno con material excavado compac. m/mente para la tubería	m3	75	\$ 25.000	\$ 1.875.000
9	Recebo compactado mecánicamente para pozos h=0.15m	m3	15	\$ 60.000	\$ 900.000
10	Retiro de material excavado	m3	45,5	\$ 15.000	\$ 682.500
ACTIVIDADES					
CONSTRUCCION DE POZOS					
11	Pozo en mampostería de 1.20 m sin excavación	gbl	1	\$ 901.000	\$ 901.000
12	Pozo en mampostería de 1.91 m sin excavación	gbl	1	\$ 1.150.000	\$ 1.150.000
CAJAS DE INSPECCION					
13	Caja de inspección de 0,80x0,80x0,80m	UND.	20	\$ 365.000	\$ 7.300.000
TUBERIA Y ACCESORIOS					
14	Tubo novafor de 8"	ml	120	\$ 65.000	\$ 7.800.000
15	Tubo sanitario de 4"	ml	60	\$ 62.000	\$ 3.720.000
16	Codo sanitario de 4"	UND.	17	\$ 16.500	\$ 280.500
17	Campo de infiltración con geo malla y planta de junco D=0	m2	65	\$ 165.000	\$ 10.725.000
18	Gravilla de 1" para sistema de filtración y humedal	m3	10	\$ 95.000	\$ 950.000
COSTO PARCIAL DIRECTO					\$ 48.049.862

CONSTRUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO SISTEMA ANAEROBICO					
PRELIMINARES					
19	Localización y replanteo	m2	67	\$ 5.000	\$ 335.000
20	Cerramiento tela verde y guadua	ml	34	\$ 21.500	\$ 731.000
EXCAVACION					
21	Excavación mecánica para sistema anaeróbico y humeda	m3	34	\$ 3.800	\$ 129.200
22	Recebo compactado mecánicamente para base del sistema h=0.30m	m3	9	\$ 60.000	\$ 540.000
23	Retiro de material excavado	m3	45	\$ 15.000	\$ 675.000
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA AEROBIO					
24	Caja para trampa de grasas en concreto reforzado impermeabilizado de 1,30x1,30x1,65 con tapa y sus accesorios	m3	7,5	\$ 585.000	\$ 4.387.500
25	Tanque séptico en concreto reforzado de 2,15x1,65x1,30m con sus tapas	m3	17,5	\$ 585.000	\$ 10.237.500
26	Tanque filtro anaeróbico en concreto reforzado de 1,30x2,15x2,20m	m3	17,5	\$ 585.000	\$ 10.237.500
27	Gravilla o material filtrante del sistema	m3	30,5	\$ 115.000	\$ 3.507.500
28	Material para el sistema de humedal artificial (geo textil, grava, plantas)	m3	344	\$ 125.000	\$ 43.000.000
29	Sistema de riego por goteo, en manguera de polietileno de 3" y reduce a 1/2".	gbl	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
TOTAL COSTO DIRECTO PARCIAL					\$ 75.580.200
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 123.630.062

10. CONCLUSIONES

- ❖ Con este proyecto se pretendió brindar a la comunidad un sistema de recolección y tratamientos de aguas residuales mediante la implementación de pozos sépticos de manera eficiente, con el fin de mejorar la calidad de vida de los usuarios del casco urbano y rural de la inspección de Cambao (Cundinamarca).
- ❖ En el desarrollo del proyecto se logra garantizar que las fuentes de aguas residuales no vuelvan a presentar un índice de contaminación ambiental, permitiendo así mejorar sus condiciones sanitarias y por ende evitar la propagación de enfermedades y mejorar la salud pública.
- ❖ Es necesaria la instalación de pozos sépticos con tratamiento anaeróbico, ya que han sido diseñados para aguas residuales domiciliarias, es decir no se ha contemplado el tratamiento de influentes industriales o de cualquier otro tipo cuya materia orgánica difiera de la generada por la actividad domestica del ser humano.
- ❖ El costo de cada uno de los sistemas de tratamiento propuestos ha sido calculado con base en precios unitarios vigentes en el mercado.

11. RECOMENDACIONES

- Es necesario contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona y el cuidado del medio ambiente realizando un seguimiento a los mismos con el propósito de determinar si el fin buscado se logró y de no ser así poder implementar los correctivos necesarios para que el objetivo permanezca y la comunidad sea efectivamente la beneficiada y por ende el medio ambiente.
- Resulta importante también que se ataquen otros factores que están vulnerando esta comunidad en su habitabilidad, que según los porcentajes de patologías son altas y de igual importancia como lo son la ausencia de sanitarios, presentación de fisuras y grietas.
- Las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores. La frecuencia de limpieza debe determinarse con base en la observación. Generalmente, la limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo.
- Nunca utilizar cerillos o antorchas para inspeccionar los tanques sépticos.
- Cuando se haga limpieza no se debe extraer la totalidad de los lodos, dejar un volumen que sirva de semilla.
- No se debe lavar ni desinfectar el tanque después de la extracción de lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no se recomienda su empleo.
- Los lodos extraídos deben ser tratados con cal para su manejo, transportación y ser dispuestos adecuadamente pueden ser en zanjas de 60 cm de profundidad.

BIBLIOGRAFÍA

ACUERDO No. 010 Mayo de 2012. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SAN JUAN DE RIOSECO, Cundinamarca, en ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales, en Especial las previstas en el art. 313 de la c.p.c. en la ley 136 de 1994 y en la ley 152 de 1994. p. 31-63

COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DE COLOMBIA. DANE. Censo 2005. www.dane.gov.co

GAMBOA CAMARGO, Álvaro Fernando. Construprecios Cúcuta Colombia. 2010. pág. 30-40

JUNTA ANDALUCÍA, La depuración de las aguas residuales urbanas, www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/ (consultada 18 de Julio de 2015, 3:40 pm).

LÓPEZ COALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados: Escuela Colombiana de Ingeniería. 1995. p. 31-63

LÓPEZ JAVIER, Garavito y GARABITO, Gregorio Felicísimo. Organización de obras en ingeniería de edificación: programación de obras: métodos de la ruta crítica Editorial Universidad de Burgos. 2013.

OBSERVATORIO MEDIO AMBIENTE, Calidad del Agua, observatorio.medioambiente.gloobal.net (consultada 18 de Julio de 2015, 3:30 pm).

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS – 2000. Ministerio De Desarrollo Económico Dirección De Agua Potable Y Saneamiento Básico. Bogotá D.C. Noviembre de 2000 Título A, Aspectos generales. Título D sistemas de recolección y evacuación y de aguas residuales, Título E capítulo Sistemas de tratamiento en el sitio de origen y tratamientos anaeróbicos.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento De Aguas Residuales. Teorías y principios de diseño. Bogotá Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería. 1999 p. 635-743.

ANEXO A. CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO

NÚMERO TOTAL DE VIVIENDAS : 20,00
 COEFICIENTE MAYORACION HARMO 4,17
 FACTOR DE RETORNO 0,81

TRAMO	Longitud	No VIVIENDAS	Diam Colector	Q _{máx} A.N
1	94,78	20,00	8,0	0,99
2	22,14	-	8,0	-
TOTALES	116,92	20,00		0,99

POBLACION FUTURA: 6 Habitantes / vivienda

CALCULO CAUDALES DE DISEÑO SISTEMA DE COLECTORES "EL PROGRESO" SAN JUAN JUAN RIO SECO - CUNDINAMARCA

LOCALIZACION					ANÁLISIS CAUDALES								DISEÑO			
TRAMO	TIPO COL.	DE NUDO	A NUDO	No. CASAS	AREA TRIBUTARIA		INFILT	CAUDAL MX A.N.		CONEXIONES ERRADAS		CAUDAL DISEÑO A.N.	LONGITUD TRAMO	PDTE S	MANNING n	DIAMETRO CALCULO
					INCRIM.	TOTAL		TRAMO	ACUM.	TRAMO	ACUM.					
					(Ha)	(Ha)	lps					lps	lps	lps		
1	CI	1	2	20	0,14	0,14	0,03	0,99	0,99	0,29	0,29	1,50	94,78	0,85%	0,009	0,06
2	CS	2	PS	0	0,03	0,18	0,04	-	0,99	-	0,29	1,50	22,14	0,85%	0,009	0,06

DISEÑO				VARIABLES HIDRAULICAS													
DIAMETRO COMERCIAL	DIAMETRO INTERNO REAL	VELOCIDAD TUBO LLENO	CAPACIDAD TUBO LLENO	Qr/Qo	CH. Qr/Qo	VELOC REAL	CH VEL	TIRANTE Y	AREA HDCA	PROF. HDR.	NUM FROUDE	TIP REG.	PERM. MOJADO	FUERZA TRACT	CH Fr. Trec	CAIDA TRAMO	EMPALME LINEA DE ENERGÍA
Pulg	m	m/s	lps			m/s		m	cm ²	m				Kg/m ²		m	m
8,00	0,182	1,31	33,97	0,04		0,54		0,03	25,36	0,02	1,25	SPC	0,15	0,15	*	0,81	0,05
8,00	0,182	1,31	33,97	0,04		0,54		0,03	25,36	0,02	1,25	SPC	0,15	0,15	*	0,19	0,03

PERFIL								LOCALIZACION				PARAMETROS DISEÑO		
COTA TERRENO SUPERIOR	COTA TERRENO INFERIOR	COTA CLAVE SUPERIOR	COTA CLAVE INFERIOR	COTA BATEA SUPERIOR	COTA BATEA INFERIOR	ALTURA CORTE PROM	VOLUMEN CORTE PROM	TRAMO	TIPO COL.	DE NUDO	A NUDO	LONGITUD TRAMO	PDTE S	DIAMETRO
m	m	m	m	m	m	m	m ³					m	%	Pulg
229,81	230,52	228,76	227,96	228,61	227,81	1,96	108,00	1	CI	1	2	94,78	0,85%	8
230,52	230,33	227,93	227,74	227,78	227,59	2,74	35,35	2	CS	2	PS	22,14	0,85%	8

DOTACION POR VIVIENDA	600	l/dia
FACTOR DE RETORNO	0,81	
COEF DE HARMON	4,17	
AREA DE INFLUENCIA	20	Ha
TASA DE INFILTRACIÓN	0,2	l/s/Ha
COEF x CONEXIÓN ERRADA	2	l/s/Ha
AREA TIPO DE TECHOS	72	m ²

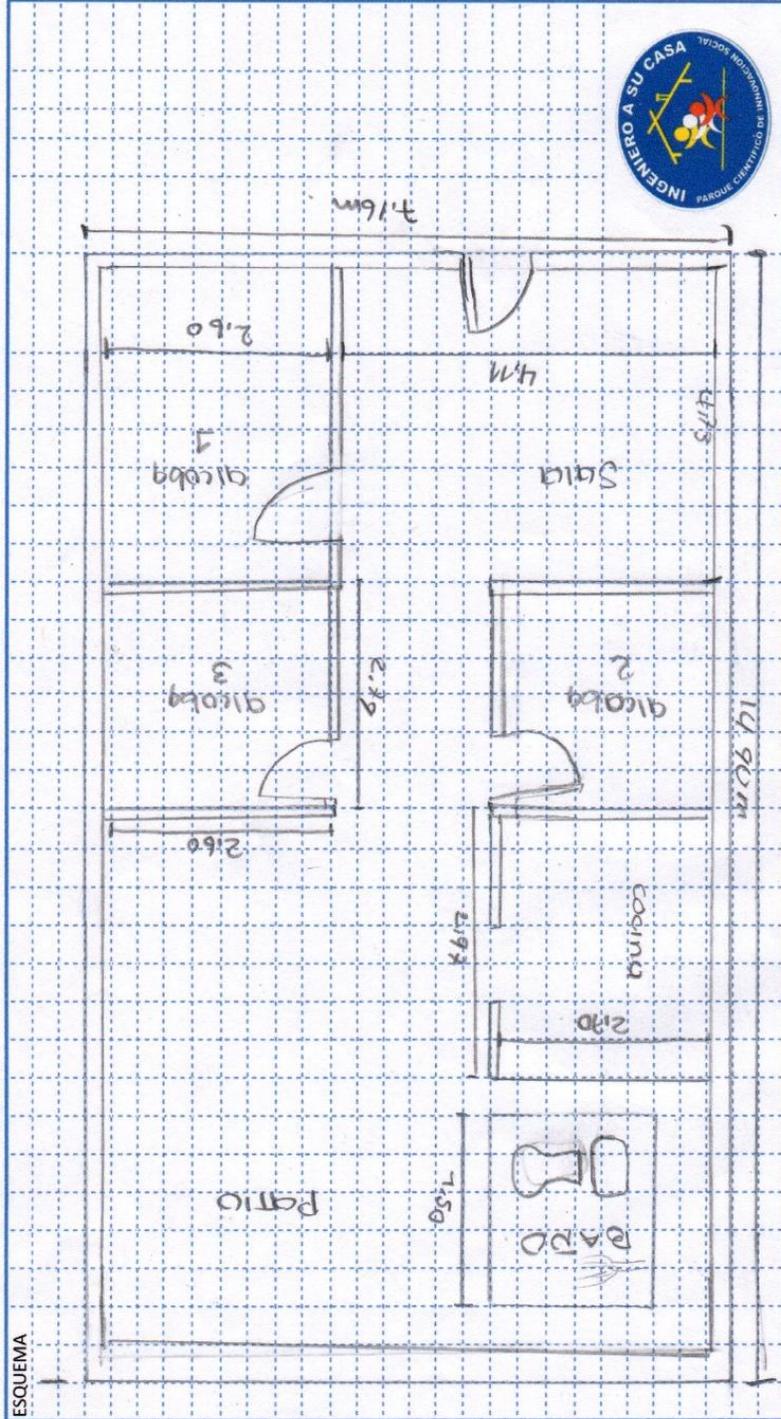
Fuerza Tractiva Mínima =	0,15	Kg/m ²
Pendiente Máxima =	20,00%	
Pendiente Mínima =	0,30%	
Vel. Máxima tubería PVC	10	m/s
Vel. Mínima permitida tu	0,45	m/s
Diametro Mínimo	8	Pulgadas
Población	175	Habitantes

ANEXO B. FICHAS DE RECONOCIMIENTO DILIGENCIADAS VIVIENDA URBANA



FICHA DE RECONOCIMIENTO EN TERRITORIO

DEPARTAMENTO	Cundinamarca	NOMBRE DEL PROPIETARIO	Bertilda Pulido V.
LOCALIDAD	Cambio	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	46.643.730
BARRIO	El Progreso	CORREO ELECTRÓNICO	
DIRECCIÓN	Mant. Abis casa 2	TELÉFONO	
		ZONA	URBANA <input checked="" type="checkbox"/> RURAL
		MUNICIPIO	San Juan de los Rios
		COMUNA	
		ESTRATO	uno (1)



1 Vivienda		2. Fachada		
Descripción		1. Frontal	2. Posterior	3. Lateral
1.1 Pertinencia				
a.	Vivienda de emergencia			
b.	Arrendamiento			
c.	Posesión			1
d.	Tenencia			
e.	Propia con alguna afectación			
f.	Propia			
1.2 Disposición				
a.	Sala (s)			1
b.	Comedor (es)			1
c.	Alcobas (s)			3
d.	Baño (s)			1
e.	Cocina (s)			1
f.	Patio (s)			1
1.3 Tipo				
a.	Vivienda de emergencia			
b.	Vivienda provisional			
c.	Vivienda Colectiva			
d.	Multifamiliar			
e.	Bifamiliar			
f.	Unifamiliar			1
1.4 Patologías				
a.	Desplome severo en muros			
b.	Hundimientos o asentamientos			1
c.	Grietas			
d.	Fisuras			
e.	Humedades en pisos y/o paredes			1
f.	Nulo			

2. Fachada		Descripción		
		1. Frontal	2. Posterior	3. Lateral
2.1 Estructura				
a.	Sin estructura reconocible			
b.	Prefabricado			
c.	Ladrillo, Bloque	1	1	
d.	Mampostería estructural			
e.	Pórticos de concreto			
f.	Estructura metálica			
2.2 Muros				
a.	Materiales de desecho, esterilla			
b.	Madera, bahareque, adobe, tapia			
c.	Concreto prefabricado			
d.	Bloque, ladrillo	1	1	1
e.	Bloque o ladrillo pañetado y pintado	1		
f.	Bloque o ladrillo enchapado o acabado fino			
2.3 Conservación				
a.	Nula			
b.	Malo			
c.	Deficiente			
d.	Regular			1
e.	Buena	1		
f.	Excelente			
2.4 Tipo				
a.	Atípica			
b.	Pobre			1
c.	Sencilla			
d.	Regular	1		
e.	Buena			
f.	Lujosa			

3. Validación física de los espacios principales

Descripción	Confort					
	Sala	Comedor	Alcoba	Baño	Cocina	Patio
3.1 Estructura						
a. Sin estructura reconocible						
b. Prefabricado						
c. Ladrillo, bloque						
d. Mampostería estructural						
e. Pórticos de concreto						
f. Estructura metálica						
3.2 Muros						
a. Materiales de desecho, esterilla						
b. Madera, bahareque, adobe, tapia						
c. Concreto prefabricado						
d. Bloque, ladrillo						
e. Bloque o ladrillo pañetado y pintado						
f. Bloque o ladrillo enchapado o acabado fino						
3.3 Pisos						
a. Tierra pisada						
b. Cemento, madera burda, adoquín						
c. Baldosa común de cemento, tablón, mineral						
d. Tableta, caucho, acrílico, granito, baldosa fina						
e. Parquet, alfombra, listón machimbreado						
f. Retal de mármol, mármol, otros lujosos						
3.4 Cubierta						
a. Sin cubierta, materiales de desecho, telas asfálticas						
b. Zinc, barro, fibrocemento, u otro rustico						
c. Entrepiso (cubierta provisional) o prefabricado						
d. Zinc, barro, fibrocemento, u otro sencillo						
e. Terraza definida con acceso y barandas						
f. Placa imp. Cubierta lujosa u ornamental						

Confort

Descripción	Confort					
	Sala	Comedor	Alcoba	Baño	Cocina	Patio
3.5 Iluminación						
a. Nula						
b. Mala						
c. Deficiente						
d. Regular						
e. Buena						
f. Excelente						
3.6 Ventilación						
a. Nula						
b. Mala						
c. Deficiente						
d. Regular						
e. Buena						
f. Excelente						
3.7 Conservación						
a. Nula						
b. Malo						
c. Deficiente						
d. Regular						
e. Buena						
f. Excelente						
3.8 Mobiliario						
a. Nulo						
b. Deficiente						
c. Pobre						
d. Sencillo						
e. Bueno						
f. Lujoso						

4. Servicios Públicos - Aseo

Descripción	Aseo
4.1 Condiciones de aseo	
a. Nula	
b. Mala	
c. Deficiente	
d. Regular	
e. Buena	/
f. Excelente	
4.2 Almacenaje de residuos	
a. Amontonada	
b. Cajas de cartón	
c. Recipientes no resistentes al agua	/
d. Costales de fique o fibra	
e. Bolsas de polietileno	
f. Contenedores con tapa	
4.3 Disposición final de residuos	
a. Los queman	
b. Los entierran	
c. Los arrojan a campo abierto	
d. Los recoge servicio informal	/
e. Los depositan en contenedores públicos	
f. Los recoge servicio formal	
4.4 Reciclaje	
a. No reciclan	/
b. Materia orgánica	
c. Papel y cartón	
d. Plástico y envases	
e. Vidrio	
f. Todos los anteriores	

Otros servicios - Agua - Energía - Alcantarillado

Descripción	Agua	Energía	Alcantarillado
4.5 Red Interna			
a. Inexistente			/
b. Provisional			
c. Parte embebida y parte expuesta			
d. Expuesta			
e. Externa protegida	/		
f. Embebida	/		
4.6 Aprovechamiento			
a. Ilegal			
b. Provisional			/
c. Sistema alternativo poco eficiente			
d. Conexión domiciliaria subsidiada			
e. Sistema alternativo eficiente			
f. Conexión domiciliaria a RSP	/		
4.7 Suministro			
a. Sin suministro			/
b. Provisional			
c. Algunos días algunas horas	/		
d. Algunos días todo el día			
e. Todos los días algunas horas			
f. Permanente			/
Notas			



No cuentan con un alcantarillado.

5. Distribución socio familiar en la vivienda

Descripción	Espacio						Subtotal	Total
	1	2	3	4	5	6		
5.1 Tipo de espacio								
a. Otro								
b. Sala								
c. Comedor								3
d. Deposito								
e. Estudio								
f. Alcoba	1	1	1					
5.2 Genero								
a. Adultos hombres								
b. Adultos/as mujeres	1	1						
c. Adolescentes hombres								3
d. Adolescentes mujeres								
e. Niños								
f. Niñas			1					
5.3 Edad								
a. Menores entre 0 y 2 años								
b. Menores entre 3 y 9 años								
c. Menores entre 10 y 17 años								
d. Adultos entre los 18 y 45 años	1							
e. Adultos entre los 46 y 64 años								
f. Adulto mayor de 65 años								
5.4 Discapacidad								
a. Discapacidad física y psíquica								
b. Discapacidad física y mental								
c. Discapacidad intelectual o mental								
d. Discapacidad Psíquica								
e. Discapacidad física		1	1					
f. Ninguna	1							

Descripción	Espacio						Subtotal	Total
	1	2	3	4	5	6		
5.5 Salud								
a. No esta afiliado								
b. Sisben	1							
c. Beneficiario EPS								
d. Cotizante EPS								
e. Cotizante EPS y ARL								
f. Medicina prepagada								
5.6 Escolaridad								
a. Primaria	1							
b. Bachillerato								
c. Técnico								
d. Tecnólogo								
e. Universitario								
f. Posgrado								
5.7 Camas								
a. Vacía								
b. Otro mueble								
c. Camarote								
d. Cama sencilla								
e. Cama semidoble		1	1					
f. Cama doble								
5.8 Numero de hogares en la vivienda								
a. Más								
b. Cinco								
c. Cuatro								
d. Tres								
e. Dos								
f. Uno	1							



6. Entorno		7. Economía		8. Comunicación	
Descripción		Descripción		Descripción	
		Subtotal		Subtotal	
Datos		Total		Datos	
6.1 Vía		7.1 Empleo		8.1 Acceso a medios de comunicación	
a.	Sin	a.	Pob. No econ. Activa	a.	Telefonía fija
b.	Tierra compactada	b.	Inactivo	b.	Telefonía móvil
c.	Recebo compactado	c.	desempleado	c.	Internet
d.	Adoquín	d.	Trabajador informal	d.	Televisión privada
e.	Pavimento rígido	e.	Trabajador independiente	e.	Televisión pública
f.	Pavimento asfáltico	f.	Trabajador formal	f.	Radio
6.2 Anden		7.2 Ingresos		8.2 Enceres	
a.	Sin	a.	Menos \$76.500	a.	Teléfono fijo
b.	Tierra	b.	Entre \$76.500 y \$153.777	b.	Teléfono móvil
c.	Recebo compactado	c.	Entre \$154.000 y \$307.777	c.	Computador
d.	Adoquín	d.	Entre \$308.000 y \$615.777	d.	Puntos de acceso TV Priv.
e.	Rígido	e.	Entre \$616.000 y \$1.232.000	e.	Puntos de acceso TV Pub..
f.	Asfalto	f.	Mas de \$1.232.000	f.	Receptor de radio
6.3 Espacios públicos		7.3 Egresos			
a.	Zona de reserva forestal	a.	Menos \$76.500	Año de la construcción 20	
b.	Zona verde	b.	Entre \$76.500 y \$153.777	Área del terreno 22.06	
c.	Parque equipado	c.	Entre \$154.000 y \$307.777	Área construida 18.45	
d.	Cancha múltiple	d.	Entre \$308.000 y \$615.777	Número de pisos 1	
e.	Polideportivo abierto	e.	Entre \$616.000 y \$1.232.000		
f.	Polideportivo cubierto	f.	Mas de \$1.232.000		
6.4 Riesgos		Notas			
a.	Fabricas o industrias				
b.	Zona pantanosa				
c.	Deslizamiento				
d.	Inundable				
e.	Inseguridad				
f.	No presenta riesgo				



ANEXO C. FICHAS DE RECONOCIMIENTO DILIGENCIADAS VIVIENDA RURAL



UNIMINUTO
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA



Gobernación de CUNDINAMARCA

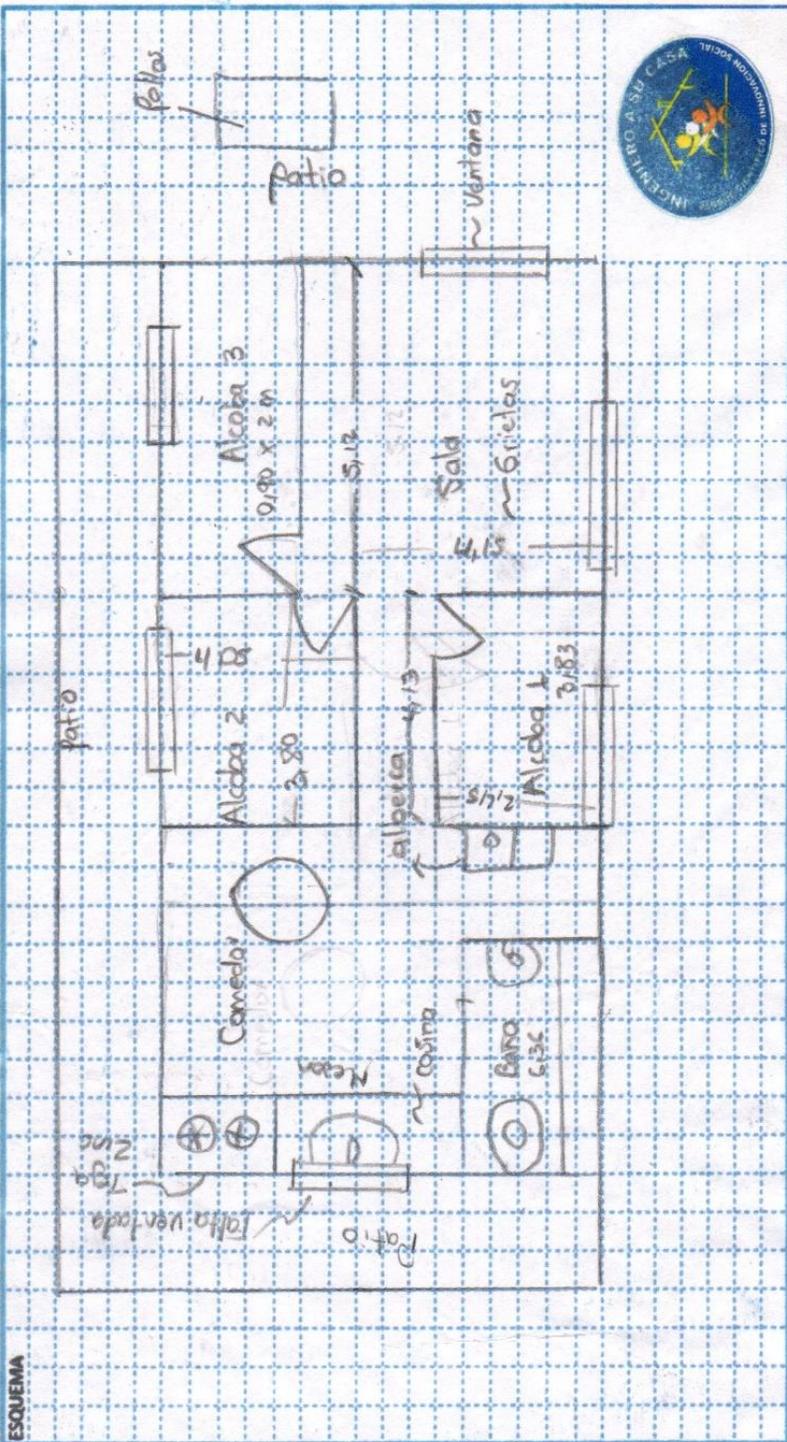


INCENTRO A SU CASA
INICIANDO SU PROYECTO SOCIAL

FICHA DE RECONOCIMIENTO EN TERRITORIO

DEPARTAMENTO	Cundinamarca	URBANA	RURAL <input checked="" type="checkbox"/>
LOCALIDAD	Combae	MUNICIPIO	Cabacabo
BARRIO	San Juan Rio Seco	COMUNA	-
DIRECCIÓN	Vereda dos Rios	ESTRATO	2
NOMBRE DEL PROPIETARIO	Rene Ramirez A. zona		
DOCUMENTO DE IDENTIDAD	1428904		
CORREO ELECTRÓNICO	No tiene		
TELÉFONO	3123100899		

ESQUEMA



1 Vivienda

Descripción		Datos
1.1 Pertinencia		
a.	Vivienda de emergencia	
b.	Arrendamiento	
c.	Posesión	
d.	Tenencia	
e.	Propia con alguna afectación	
f.	Propia	1
1.2 Disposición		
a.	Sala (s)	1
b.	Comedor (es)	1
c.	Alcobas (s)	3
d.	Baño (s)	1
e.	Cocina (s)	1
f.	Patio (s)	1
1.3 Tipo		
a.	Vivienda de emergencia	
b.	Vivienda provisional	
c.	Vivienda Colectiva	
d.	Multifamiliar	
e.	Bifamiliar	
f.	Unifamiliar	1
1.4 Patologías		
a.	Desplome severo en muros	
b.	Hundimientos o asentamientos	
c.	Grietas	1
d.	Fisuras	1
e.	Humedades en pisos y/o paredes	
f.	Nulo	

2. Fachada

Descripción		1. Frontal	2. Posterior	3. Lateral
2.1 Estructura				
a.	Sin estructura reconocible			
b.	Prefabricado			
c.	Ladrillo, Bloque	1	1	1
d.	Mamostería estructural			
e.	Pórticos de concreto			
f.	Estructura metálica			
2.2 Muros				
a.	Materiales de desecho, esterilla			
b.	Madera, bahareque, adobe, tapia			
c.	Concreto prefabricado			
d.	Bloque, ladrillo	1	1	1
e.	Bloque o ladrillo pañetado y pintado			
f.	Bloque o ladrillo enchapado o acabado fino			
2.3 Conservación				
a.	Nula			
b.	Malo	1	1	1
c.	Deficiente			
d.	Regular			
e.	Buena			
f.	Excelente			
2.4 Tipo				
a.	Atípica			
b.	Pobre	1	1	1
c.	Sencilla			
d.	Regular			
e.	Buena			
f.	Lujosa			

3. Validación física de los espacios principales

Descripción	Comedor						Patio
	Sala	Comedor	Alcoba	Baño	Cocina	Patio	
3.1 Estructura	<input checked="" type="checkbox"/>						
a. Sin estructura reconocible							1
b. Prefabricado							
c. Ladrillo, bloque	1						
d. Mampostería estructural							
e. Pórticos de concreto							
f. Estructura metálica							
3.2 Muros							
a. Materiales de desecho, esterilla							
b. Madera, bahareque, adobe, tapia							
c. Concreto prefabricado							
d. Bloque, ladrillo	1						
e. Bloque o ladrillo pañetado y pintado							
f. Bloque o ladrillo enchapado o acabado fino							
3.3 Pisos							
a. Tierra pisada							1
b. Cemento, madera burda, adoquín	1						
c. Baldosa común de cemento, tablón, mineral							
d. Tableta, caucho, acrílico, granito, baldosa fina							
e. Parquet, alfombra, listón machimbreado							
f. Retal de mármol, mármol, otros lujosos							
3.4 Cubierta							
a. Sin cubierta, materiales de desecho, telas asfálticas							1
b. Zinc, barro, fibrocemento, u otro rustico	1						
c. Entrepiso (cubierta provisional) o prefabricado							
d. Zinc, barro, fibrocemento, u otro sencillo							
e. Terraza definida con acceso y barandas							
f. Placa imp. Cubierta lujosa u ornamental							

Confort

Descripción	Comedor						Patio
	Sala	Comedor	Alcoba	Baño	Cocina	Patio	
3.5 Iluminación							
a. Nula							
b. Mala							
c. Deficiente							
d. Regular							
e. Buena	1						
f. Excelente							
3.6 Ventilación							
a. Nula							
b. Mala							
c. Deficiente							
d. Regular							
e. Buena	1						
f. Excelente							
3.7 Conservación							
a. Nula							
b. Malo							
c. Deficiente							
d. Regular	1						
e. Buena							
f. Excelente							
3.8 Mobiliario							
a. Nulo							
b. Deficiente							
c. Pobre	1						
d. Sencillo							
e. Bueno							
f. Lujoso							

4. Servicios Públicos - Aseo

Descripción	Aseo
4.1 Condiciones de aseo	
a. Nula	
b. Mala	
c. Deficiente	
d. Regular	✓
e. Buena	
f. Excelente	
4.2 Almacenaje de residuos	
a. Amontonada	✓
b. Cajas de cartón	
c. Recipientes no resistentes al agua	
d. Costales de fique o fibra	
e. Bolsas de polietileno	
f. Contenedores con tapa	
4.3 Disposición final de residuos	
a. Los queman	✓
b. Los entierran	
c. Los arrojan a campo abierto	
d. Los recoge servicio informal	
e. Los depositan en contenedores públicos	
f. Los recoge servicio formal	
4.4 Reciclaje	
a. No reciclan	✓
b. Materia orgánica	
c. Papel y cartón	
d. Plástico y envases	
e. Vidrio	
f. Todos los anteriores	

Otros servicios - Agua - Energía - Alcantarillado

Descripción	Agua	Energía	Alcantarillado
4.5 Red Interna			
a. Inexistente	✓		
b. Provisional			
c. Parte embebida y parte expuesta			
d. Expuesta			
e. Externa protegida			
f. Embebida		✓	
4.6 Aprovechamiento			
a. Ilegal			
b. Provisional			
c. Sistema alternativo poco eficiente			
d. Conexión domiciliaria subsidiada		✓	
e. Sistema alternativo eficiente			
f. Conexión domiciliaria a RSP			
4.7 Suministro			
a. Sin suministro	✓		
b. Provisional			
c. Algunos días algunas horas			
d. Algunos días todo el día			
e. Todos los días algunas horas			
f. Permanente			
Notas			

No cuentan con Alcantarillado
 No hay aseo debido way bombeado
 o con burros, carros torques
 - Paños con sistema septico
 descargas



5. Distribución socio familiar en la vivienda

Descripción	Espacio 1	Espacio 2	Espacio 3	Espacio 4	Espacio 5	Espacio 6	Subtotal	Total
	5.1 Tipo de espacio							
a. Otro								
b. Sala								
c. Comedor								3
d. Deposito								
e. Estudio								
f. Alcoba	1	1	1					
5.2 Genero								
a. Adultos hombres		1	1					
b. Adultos/as mujeres		1	1					
c. Adolescentes hombres								4
d. Adolescentes mujeres		1						
e. Niños								
f. Niñas								
5.3 Edad								
a. Menores entre 0 y 2 años								4
b. Menores entre 3 y 9 años								
c. Menores entre 10 y 17 años								
d. Adultos entre los 18 y 45 años	1							4
e. Adultos entre los 46 y 64 años		2	1					
f. Adulto mayor de 65 años								
5.4 Discapacidad								
a. Discapacidad física y psíquica								4
b. Discapacidad física y mental								
c. Discapacidad intelectual o mental								4
d. Discapacidad Psíquica								
e. Discapacidad física								
f. Ninguna	1	2	1					

Descripción	Espacio 1	Espacio 2	Espacio 3	Espacio 4	Espacio 5	Espacio 6	Subtotal	Total
	5.5 Salud							
a. No esta afiliado								
b. Sisben								
c. Beneficiario EPS	1	2	1					
d. Cotizante EPS								
e. Cotizante EPS y ARL								
f. Medicina prepagada								
5.6 Escolaridad								
a. Primaria	1	1						
b. Bachillerato								
c. Técnico								
d. Tecnólogo								
e. Universitario								
f. Posgrado								
5.7 Camas								
a. Vacía								4
b. Otro mueble								
c. Camarote								
d. Cama sencilla								
e. Cama semidoble								
f. Cama doble	1	1						
5.8 Numero de hogares en la vivienda								
a. Más								
b. Cinco								
c. Cuatro								
d. Tres								
e. Dos								
f. Uno	1							



6. Entorno		7. Economía		8. Comunicación	
Descripción		Descripción		Descripción	
		Subtotal		Datos	
6.1 Vía		7.1 Empleado		8.1 Acceso a medios de comunicación	
a.	Sin	a.	Pob. No econ. Activa	a.	Telefonía fija
b.	Tierra compactada	b.	Inactivo	b.	Telefonía móvil
c.	Recebo compactado	c.	desempleado	c.	Internet
d.	Adoquín	d.	Trabajador Informal	d.	Televisión privada
e.	Pavimento rígido	e.	Trabajador independiente	e.	Televisión pública
f.	Pavimento asfáltico	f.	Trabajador formal	f.	Radio
6.2 Andén		7.2 Ingresos		8.2 Enceres	
a.	Sin	a.	Menos \$76.500	a.	Teléfono fijo
b.	Tierra	b.	Entre \$76.500 y \$153.777	b.	Teléfono móvil
c.	Recebo compactado	c.	Entre \$154.000 y \$307.777	c.	Computador
d.	Adoquín	d.	Entre \$308.000 y \$615.777	d.	Puntos de acceso TV Priv.
e.	Rígido	e.	Entre \$616.000 y \$1.232.000	e.	Puntos de acceso TV Pub..
f.	Asfalto	f.	Mas de \$1.232.000	f.	Receptor de radio
6.3 Espacios públicos		7.3 Egresos			
a.	Zona de reserva forestal	a.	Menos \$76.500	Año de la construcción	
b.	Zona verde	b.	Entre \$76.500 y \$153.777	Área del terreno	
c.	Parque equipado	c.	Entre \$154.000 y \$307.777	Área construida	
d.	Cancha múltiple	d.	Entre \$308.000 y \$615.777	Número de pisos	
e.	Polideportivo abierto	e.	Entre \$616.000 y \$1.232.000		
f.	Polideportivo cubierto	f.	Mas de \$1.232.000		
6.4 Riesgos		Notas			
a.	Fabricas o industrias				
b.	Zona pantanosa				
c.	Deslizamiento				
d.	Inundable				
e.	Inseguridad				
f.	No presenta riesgo				

6. Entorno		7. Economía		8. Comunicación	
Descripción		Descripción		Descripción	
		Subtotal		Datos	
6.1 Vía		7.1 Empleado		8.1 Acceso a medios de comunicación	
a.	Sin	a.	Pob. No econ. Activa	a.	Telefonía fija
b.	Tierra compactada	b.	Inactivo	b.	Telefonía móvil
c.	Recebo compactado	c.	desempleado	c.	Internet
d.	Adoquín	d.	Trabajador Informal	d.	Televisión privada
e.	Pavimento rígido	e.	Trabajador independiente	e.	Televisión pública
f.	Pavimento asfáltico	f.	Trabajador formal	f.	Radio
6.2 Andén		7.2 Ingresos		8.2 Enceres	
a.	Sin	a.	Menos \$76.500	a.	Teléfono fijo
b.	Tierra	b.	Entre \$76.500 y \$153.777	b.	Teléfono móvil
c.	Recebo compactado	c.	Entre \$154.000 y \$307.777	c.	Computador
d.	Adoquín	d.	Entre \$308.000 y \$615.777	d.	Puntos de acceso TV Priv.
e.	Rígido	e.	Entre \$616.000 y \$1.232.000	e.	Puntos de acceso TV Pub..
f.	Asfalto	f.	Mas de \$1.232.000	f.	Receptor de radio
6.3 Espacios públicos		7.3 Egresos			
a.	Zona de reserva forestal	a.	Menos \$76.500	Año de la construcción	
b.	Zona verde	b.	Entre \$76.500 y \$153.777	Área del terreno	
c.	Parque equipado	c.	Entre \$154.000 y \$307.777	Área construida	
d.	Cancha múltiple	d.	Entre \$308.000 y \$615.777	Número de pisos	
e.	Polideportivo abierto	e.	Entre \$616.000 y \$1.232.000		
f.	Polideportivo cubierto	f.	Mas de \$1.232.000		
6.4 Riesgos		Notas			
a.	Fabricas o industrias				
b.	Zona pantanosa				
c.	Deslizamiento				
d.	Inundable				
e.	Inseguridad				
f.	No presenta riesgo				



ANEXO D. REGISTRO FOTOGRÁFICO



