

1-1-2013

## **Alternativa sostenible para el abastecimiento y manejo de aguas en una vivienda de interés social rural en el sector El Cove de la Isla de San Andrés**

Leonardo García Leal  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Suggar Anselmo Stephens Newball  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)

---

### **Citación recomendada**

García Leal, L., & Stephens Newball, S. A. (2013). Alternativa sostenible para el abastecimiento y manejo de aguas en una vivienda de interés social rural en el sector El Cove de la Isla de San Andrés. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/420](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/420)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA EL ABASTECIMIENTO Y MANEJO DE AGUAS  
EN UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL EN EL SECTOR EL COVE DE LA  
ISLA DE SAN ANDRÉS**

**LEONARDO GARCIA LEAL  
SUGGAR ANSELMOSTEPHENS NEWBALL**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

**ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA EL ABASTECIMIENTO Y MANEJO DE AGUAS  
EN UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL EN EL SECTOR EL COVE DE LA  
ISLA DE SAN ANDRÉS**

**LEONARDO GARCIA LEAL  
SUGGAR ANSELMOSTEPHENS NEWBALL**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario**

**Director  
GABRIEL HUMBERTO RIVERA CÉSPEDES**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del Director

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá D.C.30 de Enero de 2013

## DEDICATORIA

*En memoria de Wilson David García Leal.*

*Para mi hija Caramel Stephens Britton y mi  
Familia que me apoyo incondicionalmente.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores presentan total agradecimiento a:

A nuestro director de tesis Gabriel H. Rivera C. quien depositó su confianza para llevar a buen término este proyecto, gracias a su acompañamiento, consejos y el tiempo invertido.

Al ingeniero Anselmo Stephens quien nos colaboró incondicionalmente en todas las instancias del proyecto.

A la ingeniera Diana Macana quien nos ayudó en las instancias finales del proyecto.

A los profesores que participaron en la evaluación y aprobación de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	14
ABSTRACT .....	15
INTRODUCCIÓN .....	16
<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>17</b>
1.1 DISEÑO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO BASADO EN LA CAPTACIÓN Y RECIRCULACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN EL BARRIO SAN JOSÉ BAVARIA DE BOGOTÁ, COLOMBIA. ....	17
1.3 UNIVERSIDAD DE SEVILLA SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS. ....	20
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	23
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
3.1. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS .....	24
3.1.1. Instalación hidráulica.....	24
3.1.2 Diseño. ....	26
3.2. .... VIVIENDA	31
3.2.1. Caso Colombia .....	31
<b>4. MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>32</b>
<b>5. METODOLOGÍA.....</b>	<b>35</b>
5.1. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA. ....	35
5.2. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	36
<b>6. DESARROLLO .....</b>	<b>38</b>
6.1 FASE 1: DIAGNÓSTICO DE LA VIS.....	38
6.1.1. Estudio de modelos típicos de las VIS y VISR.....	38
6.1.2. Modelos típicos de vivienda de interés social en San Andrés Islas.....	39

6.1.3. Evaluación de las características del entorno ambiental y socio económico que contribuyen a la delimitación de una VISR. ....	41
6.1.3.3. Reconocimiento físico de las características de VISR. ....	46
6.2.1. Servicios del proyecto arquitectónico .....	60
6.3.FASE 2: DISEÑO DEL SISTEMA SOSTENIBLE PARA EL MANEJO DE AGUAS. ....	63
6.3.1 Diseño de redes hidrosanitarias. ....	64
Las redes hidrosanitarias están compuesta por las instalación hidráulicas y las instalaciones sanitarias. ...	64
6.3.1.1. Red hidráulica. ....	64
6.3.2.6. Cálculos de bombeo de sistema de recirculación. ....	87
6.3.27. Diseño del sistema de captación de aguas lluvias. ....	90
6.27.5 Análisis precipitación en San Andrés Islas. ....	94
6.3.. Diseño del sistema de tratamiento de aguas lluvias, grises y negras. ....	97
6.4.1 Presupuesto: .....	121
6.4.2 Precio de Venta .....	124
6.4.3. Financiamiento de recursos. ....	125
6.4.4 Estimación de la Rentabilidad Esperada (Re) de los Inversionistas del Proyecto. ....	126
<b>6.5 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO DE VISR .....</b>	<b>133</b>
6.5.1 VALOR PRESENTE NETO (VPN ó VNA): .....	134
6.5.2 VALOR FUTURO NETO (VFN): .....	134
6.5.3 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR): .....	135
6.5.4 TASA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA (TIRM): .....	135
6.5.5 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (RBC): .....	136
6.5.6 PERIODOS DE RECUPERACIÓN (PR): .....	136
6.5.7 COMPARACIÓN ENTRE EL COSTO DE UNA VISR CON LAS ESPECIFICACIONES DEL “SISTEMA HIDROSANITARIO Y DE REABASTECIMIENTO SOSTENIBLE” Y LAS VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL CONSTRUIDAS DE MANERA HABITUAL. ....	137



<b>RESULTADOS.....</b>	<b>140</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>143</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>147</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>149</b>
<b>CIBERGRAFÍA.....</b>	<b>152</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 COMPONENTES RED DE DISTRIBUCIÓN. ....	24
TABLA 2 .TIPOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO. ....	25
TABLA 3 .PARÁMETROS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS. ....	26
TABLA 4 COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD.....	26
TABLA 5 PARÁMETROS PARA MANTENIMIENTO DE PRESIÓN EN EL SISTEMA .....	27
TABLA 6 CLASIFICACIÓN REDES SANITARIAS.....	28
TABLA 7 COMPONENTES DE LA RED SANITARIA .....	29
TABLA 8 ACCESORIOS USADOS DENTRO DE UNA RED SANITARIA. ....	30
TABLA 9ÁREA MÍNIMA POR LOTE PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL TIPO 1 Y 2: .....	33
TABLA 10 ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	55
TABLA 11UNIDADES .....	65
TABLA 12 MÉTODO HUNTER MODIFICADO-PREDIMENSIONAMIENTO.....	65
TABLA 13 DIMENSIONES TANQUE 5000 LITROS.....	68
TABLA 14DIMENSIONES TANQUE 1000 LITROS, .....	69
TABLA 15 ARIENTE. ....	70
TABLA 16.RUTA CRÍTICA MODELO TIPO VISR PARA EL COVE.....	77
TABLA 17 TRAMOS ACCESORIOS.....	79
TABLA 18 RUTA APARATO MAS LEJANO. ....	81
TABLA 19 PÉRDIDAS POR ACCESORIOS APARATO MÁS LEJANO. ....	81
TABLA 20 UNIDADES DE DESCARGA APROVECHABLE .....	82
TABLA 21 UNIDADES DE DESCARGA RESIDUAL. ....	83
TABLA 22 RED SANITARIA APROVECHABLE .....	85
TABLA 23 RELACIONES HIDRÁULICAS RED APROVECHABLE .....	85

TABLA 24. VERIFICACIÓN RELACIONES HIDRÁULICAS RED APROVECHABLE .....	86
TABLA 25 MEMORIA DE CÁLCULO RED SANITARIA RESIDUAL.....	86
TABLA 26 RELACIONES HIDRÁULICAS RED APROVECHABLE .....	86
TABLA 27 VERIFICACIÓN RELACIONES HIDRÁULICAS RED APROVECHABLE, .....	87
TABLA 28 CÁLCULO COLECTORES AGUA .....	93
TABLA 29 CÁLCULO BAJANTE AGUA LLUVIA.....	94
TABLA 30 COMPORTAMIENTO ANUAL MULTIANUAL .....	96
TABLA 31 VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES. ....	97
TABLA 32 RESULTADO ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS AGUA RESIDUAL INSITU.....	98
TABLA 33 RESULTADO ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS AGUA RESIDUAL EN LABORATORIO .....	98
TABLA 34 RESULTADO ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS AGUA GRIS INSITU.....	99
TABLA 35 RESULTADO ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS AGUA GRIS EN LABORATORIO .....	99
TABLA 36 COMPARACION PARAMETROS FISICOQUIMICOS MICROBIOLOGICOS Y ORGANOLEPTICOS DEL AGUA LLUVIA SECTOR EL COVE	100
TABLA 37 CLASIFICACIÓN AGUAS DE CONSUMO HUMANO .....	101
TABLA 38 COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS .....	114
TABLA 39 EFICIENCIA DE TRATAMIENTO.....	115
TABLA 40 TIEMPOS DE RETENCIÓN HIDRÁULICA .....	116
TABLA 41 VALORES TÍPICOS DEL COEFICIENTE M.....	117
TABLA 42 COSTOS DE FABRICACIÓN .....	124
TABLA 43. ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE VENTA VISR.....	125
TABLA 44. AMORTIZACIÓN OBLIGACIÓN FINANCIERA .....	126
<b>TABLA 45 MODELO CAPM: CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD ESPERADA DEL INVERSIONISTA .....</b>	<b>129</b>
TABLA 46 PROYECCIÓN FLUJOS DE FONDOS.....	132
TABLA 47 INVERSIÓN CAPITAL DE TRABAJO .....	133

TABLA 48 INDICADORES DE EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO .....	134
TABLA 49 PERIODO DE RECUPERACIÓN.....	136

## LISTA DE FIGURAS

GRÁFICA 1 FILITO DE MESA SCHOONER BIGHT.....	20
GRÁFICA 2 ABASTECIMIENTO DE AGUAS EN UNA VIVIENDA .....	25
GRÁFICA 3 PLANO SISTEMA TÍPICO DE DESAGÜE EN LA ZONA DE BAÑO Y COCINA DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL. ....	29
GRÁFICA 4 CASA ISLEÑA .....	41
GRÁFICA 5 OBSERVACIÓN VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL .....	48
GRÁFICA 6 TEMPERATURA ( F).....	50
GRÁFICA 7 HORAS DIARIAS DE SOL Y CREPÚSCULO.....	51
GRÁFICA 8 PRECIPITACIÓN .....	52
GRÁFICA 9 HUMEDAD RELATIVA.....	52
GRÁFICA 10 MÉTODOS DE ACUMULACIÓN DE AGUAS LLUVIAS.....	58
GRÁFICA 11 DOTACIÓN MEDIA EL COVE. ....	59
GRÁFICA 12 VISTA ISOMÉTRICA CUBIERTA.....	61
GRÁFICA 13 TANQUE DE ALMACENAMIENTO .....	67
GRÁFICA 14 DIMENSIONES TANQUE ALMACENAMIENTO .....	68
GRÁFICA 15 VISTA ISOMÉTRICA RED HIDRÁULICA.....	78
GRÁFICA 16 VISTA PLANTA RED HIDRÁULICA.....	80
GRÁFICA 17 SISTEMA HIDROSANITARIO EFICIENTE .....	84
GRÁFICA 18 CUBIERTA VIS .....	91
GRÁFICA 19 VALORES PRECIPITACIÓN ANUAL MULTIANUAL DE SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA. ....	95
GRÁFICA 20 PRECIPITACION MEDIA SAN ANDRES ISLAS HASTA EL AÑO 2011 .....	103
GRÁFICA 21 TANQUE INTERCEPTOR .....	104
GRÁFICA 22 TRAMPA GRASAS .....	110
GRÁFICA 23 DIMENSIONES TRAPA GRASAS.....	110

GRÁFICA 24 SISTEMA COMPLETO .....	119
GRÁFICA 25 COMPARATIVO VISR PROPUESTA VS. VISR TRADICIONAL (COP).....	138
GRÁFICA 26 GRÁFICA COMPARATIVA DE COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN (HERRAMIENTAS Y MATERIALES) ENTRE LAS DOS OPCIONES DE VISR EN PESOS (COP).....	138
GRÁFICA 27 COMPARACION VISR -VISR CON SISTEMA EFICIENTE .....	139

## **RESUMEN**

En nuestro país la construcción de viviendas de interés social urbano y rural, (VIS-VISR) se ha dinamizado de forma significativa, constituyéndose en una referencia relevante para proponer y aplicar en este tipo de vivienda alternativas de diseño e integración de sistemas sostenibles enfocados al buen manejo del recurso agua.

Basado en la separación y reutilización de los efluentes generados por el desarrollo de las distintas actividades domésticas, el proyecto propone una adecuación del diseño espacial e integración en los sistemas de manejo y suministro de aguas para una VISR en la UPI-R (unidad de planificación insular rural) – R12 Sector El Cove del archipiélago de San Andrés Islas, respondiendo a las expectativas de sostenibilidad asociadas al manejo del recurso hídrico en esta zona, donde es posible la recuperación de aguas lluvias, junto con el manejo y posterior aprovechamiento de las aguas negras y grises.

Palabras clave: Alternativa sostenible, abastecimiento, manejo, agua, VISR, San Andrés Islas.

## **ABSTRACT**

In our country the construction of social housing urban and rural (VIS-VISR) has been boosted significantly, becoming a relevant reference for proposed and implemented in this type of housing design alternatives and system integration focused on good sustainable management of water resources.

Based on the separation and reuse of effluent generated by the development of the various domestic activities. The project proposes a design space adaptation and integration into management systems and water supply for the UPI VISR-R (insular rural planning unit) - R12 Sector The Cove in the archipelago of San Andres Island, responding to sustainability expectations associated with the management of water resources in this area, where it is possible to recover rainwater, along with the management and subsequent use of black and gray water.

Keywords: Sustainable alternative, supply management, water, VISR, San Andrés Island.



## INTRODUCCIÓN

La contaminación de cuerpos hídricos es causada principalmente por procesos antrópicos, esta presión que ejerce el hombre sobre los ciclos naturales limita la capacidad de los ecosistemas de auto depurarse de manera natural.

Por esta razón es necesario generar soluciones de ingeniería con gran impacto en las comunidades, que ayude a disminuir y limitar la contaminación en los diferentes núcleos urbanos. La solución ingenieril que se plantea a continuación busca integrar a una vivienda de interés social rural en el sector El Cove, un sistema de captación de aguas lluvias y tratamiento de aguas residuales de forma sostenible.

Para este efecto se adoptó la metodología de Arias Galicia, la cual subdivide en tres fases el proyecto. En la primera fase se realizó un diagnóstico detallado de la vivienda de interés social a nivel nacional y su diferencia con la zona de estudios (El Cove en San Andrés Islas). En la siguiente fase se diseñó el sistema sostenible para el manejo de aguas, que consta de una combinación de sistemas dentro la red hidráulica y sanitaria; enfocada a mejorar y aprovechar el líquido dentro de una unidad habitacional. Para tal efecto, fue necesario partir del proceso de captación de aguas lluvias y determinar la calidad de agua para consumo humano. Los resultados de los parámetros analizados se compararon con la normatividad ambiental vigente para el suministro de agua potable (Decreto 475 de 1998, Res 2115/2007, RAS 2000). El diseño de la red hidráulica y sanitaria se realizó empleando el método Hunter modificado, el cual está fundamentado en las unidades de consumo. Para el diseño del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias, se tuvo en cuenta la intensidad de lluvia y área de captación, la cual determina la oferta del líquido disponible. Una vez determinados los sistemas de tratamiento e integrados a la vivienda, se ejecutó la tercera y última fase del proyecto, la cual busca a través de un análisis financiero. Determinar la factibilidad y viabilidad financiera del mismo, haciendo uso de indicadores y razones financieras, así como de proyecciones de ingresos y egresos, de manera que con estas herramientas se determine el éxito o viabilidad del proyecto.

## 1. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de la investigación fue necesario realizar una recopilación sistemática de información, con el objeto de establecer e identificar los avances que se han logrado a nivel local nacional e internacional en el ámbito de los sistemas de abastecimiento de agua en viviendas o conjunto de viviendas, basados en la captación de aguas lluvias y el aprovechamiento de aguas residuales.

A partir de este precepto se presentan a continuación investigaciones que se han desarrollado en los campos antes citados.

### 1.1 DISEÑO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO BASADO EN LA CAPTACIÓN Y RECIRCULACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN EL BARRIO SAN JOSÉ BAVARIA DE BOGOTÁ, COLOMBIA.

A nivel local, en el sector de San José Bavaria se trabajó un proyecto en el que se diseñó un sistema hidráulico basado en la captación y recirculación de aguas lluvias para una urbanización, donde se buscaba demostrar el ahorro monetario producto de la disminución del nivel de consumo de agua potable proveniente de la red pública, para un conjunto residencial.

Para el diseño del sistema de captación, fue necesario determinar la cantidad de precipitación dentro de la zona, para que posteriormente se pudiera determinar el volumen de agua que podía ser captada por la superficie de la edificación y con el dato del volumen captado se determinó el caudal de diseño.

La precipitación es captada y conducida por las bajantes hasta el tanque de almacenamiento, donde se encuentra una bomba que activa el sistema de recirculación.

Antes de poner en marcha el sistema de recirculación de aguas lluvias, fue necesario determinar las características físico químicas del agua de la precipitación captada dentro de

la zona. Las características fisicoquímicas analizadas fueron: pH, alcalinidad, dureza, DQO, coliformes, plomo y turbiedad, posteriormente los resultados fueron comparados con el Decreto 1594 de 1984. Se confrontaron 4 de los 23 parámetros del Decreto en mención, los cuales corresponden al 18%. Los parámetros físico químicos analizados que cumplieron con la normatividad fueron: coliformes, plomo y turbiedad.

Para ello se diseñó un sistema de tratamiento que consistió en un filtro, un sedimentador y por último un dispositivo de cloración para la adecuada operación del sistema.

Del proyecto podemos rescatar que los análisis realizados a los parámetros físico químicos son de suma importancia, debido a que estos determinan las condiciones de potabilidad, además de ser la base para la selección del sistema o los sistemas de tratamiento a emplear en su potabilización. Igualmente se puede observar que los parámetros analizados en las aguas lluvias captadas estuvieron por debajo de la norma, lo que reduce significativamente los costos respecto a sistemas de potabilización.

## 1.2. SCHONNER BIGHT SAN ANDRES ISLAS –COLOMBIA COMUNITARIO DE CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS.

Para el aprovechamiento de las aguas lluvias, a nivel nacional se consultó el proyecto “Sistema Comunitario de Captación, Almacenamiento y Aprovechamiento de Aguas Lluvia en el Sector de Schooner Bight”.

Este proyecto hace referencia a lugares de nuestro país como San Andrés Islas, donde la precipitación actual estimada es de 1900 mm anuales (IDEAM 2007), de la cual el 52% es aprovechada en las viviendas (DANE 2005) y representa el 18% de cubrimiento de la demanda de agua (PMAS 2000).

El sistema desarrollado en el sector de Schooner Bight, fue diseñado para catorce casas terminadas y dos que se encontraban en proceso de construcción. La población la comprendían 62 habitantes, para una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda.

Para la captación de la precipitación se diseñó un sistema de canaletas que parten desde el tejado y que luego son conducidas hacia la tubería madre, para ser llevadas hacia una

cisterna de almacenamiento principal. Se procedió a realizar el cálculo de la capacidad de la cisterna para el almacenamiento del agua con base a la precipitación y a partir de la información suministrada por el IDEAM.

Determinada la capacidad óptima de la cisterna, se diseñó el sistema de distribución que consta de una caseta de concreto donde se ubica una bomba para llevar el agua a los tanques elevados y posteriormente distribuirla a las casas del sector de Schooner Bight.

Los tanques se encuentran ubicados en una plataforma cuya altura dependerá de las características del terreno y de presión necesarias para hacer llegar el líquido hasta los hogares. La capacidad y cantidad de tanques elevados es tal que pueda abastecer de agua a las 14 casas conectadas para lo cual se debe tener en cuenta la densidad poblacional (5 personas) lo que en promedio consumirán  $52,13 \text{ m}^3/\text{mes}$  (caso Schooner Bight), el autor recomienda la instalación de por lo menos dos (2) tanques cónicos elevados con capacidad de 2000 litros.

Una vez el agua fue distribuida hacia las casas del sector, fueron suministrados filtros de mesa cuyo principio básico es la separación de partículas en suspensión y microorganismos perjudiciales que contenga el agua destinada al consumo humano.

Se resalta la forma en que las lluvias son aprovechadas, en zonas donde la posibilidad de obtener agua potable son limitadas. La captación de agua lluvia es una buena alternativa si la zona presenta una suficiente precipitación.

Con estas características se brinda la posibilidad de disminuir la necesidad del suministro de agua potable del acueducto dentro de la población de Schooner Bight, debido a que en el proyecto citado, se desarrolló para un conjunto de casas; lo que incrementa el área de captación, incidiendo directamente en el volumen captado, que en última instancia va a ser empleado por la población para el desarrollo de sus actividades domésticas.

Gráfica 1 Filito de mesa Schooner Bight



Filtro de mesa usado como último tratamiento de agua usado en las viviendas de San Andrés Islas  
Fuente: Protección de manejo sostenible del recurso hídrico y lucha contra la deforestación y la sequía. Archipiélago de San Andrés Islas.2009

### 1.3 UNIVERSIDAD DE SEVILLA SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS.

A nivel internacional, en España se han realizado proyectos para la captación de aguas lluvias realizados por la Universidad de Sevilla. Se parte de que más del 50% del agua empleada en las casas puede ser remplazada por agua lluvia para el desarrollo de sus actividades domésticas y fisiológicas.

El punto de partida fue la precipitación media anual que supera los 600 litros por m<sup>2</sup> en Sevilla, permitiendo que un edificio con un área de cubierta de 100m<sup>2</sup> y una pérdida de precipitación del 20%, tuvieran 48.000m<sup>3</sup> de agua anualmente.

Además establecen que el agua lluvia presenta características que facilitan su manejo, dado que esta, la mayoría de la veces, presenta baja turbidez, pocos o ningún sólido en suspensión y su mayor beneficio es que no presenta costo alguno para su obtención.

También establecen criterios a tener en cuenta para la instalación de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias tales como: posibilidad de disponer de otras fuentes de agua, infraestructura de abastecimientos existentes y características de la edificación (localización y características del terreno).

Igualmente establecieron formas para el almacenamiento de las aguas lluvias, que pueden ser mediante el empleo de cisternas o por otro medio similar. Por otro lado se presentaron algunas desventajas cuando se procede a captar y emplear el agua lluvia para uso doméstico:

- La poca disponibilidad de cabeza de presión para su distribución.
- Debe ser consumida de manera rápida, debido a que esta puede generar olores ofensivos y la proliferación de insectos.

Del desarrollo de ésta investigación se concluye que el funcionamiento de un sistema de tratamiento es más eficaz si es más simple y de esta manera trabajará de mejor manera, dado que la simplicidad se encuentra relacionada con el factor económico, lo cual determina, la factibilidad o la reducción del costo con respecto a la obtención de agua potable.

#### 1.4 SAN LUIS DE POTOSI- MEXICO APROVECHAMIENTO Y REUTILIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Otro ejemplo a nivel internacional es el caso de San Luis de Potosí en México, en donde se han trabajado proyectos enfocados al tratamiento y reutilización de aguas residuales domésticas.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental se busca que los tratamientos empleados tengan un bajo costo energético (tratamientos de carácter anaerobio y/o facultativos). En las regiones áridas de México, se ha adoptado la práctica de la reutilización de las aguas residuales para el riego de los campos de cultivos.

Según estudios realizados por el Instituto Nacional de Ecología, se estimó que el 44.3 % de las aguas residuales domésticas sin previo tratamiento, se utilizaban para el riego de los campos de cultivo, lo que generó graves incidencias en el suelo y los mantos acuíferos, además de la propagación de infecciones de carácter gastrointestinal.

De acuerdo con la problemática planteada, además de la creciente demanda y escasez del recurso, se optará por desarrollar tratamiento a las aguas residuales para su reutilización en los sectores agrícolas, industria o la producción de un bien o un servicio.

De manera puntual, este proyecto se desarrolló en San Luis Potosí, donde la PTAR trata 1,5 l/s. Según el proyecto, el 52.1% de agua residual doméstica es reutilizada para el uso agrícola, el 27.4% uso industrial, 14% en parques públicos y 6.5% en parques y jardines privados. Entre otros aspectos, también se concluyó que la reutilización del agua residual, permite duplicar la oferta de agua dentro de la zona donde se pretenda reutilizar.

Debido a que el acuífero que abastece a la ciudad de Potosí presenta un déficit de  $71\text{mm}^3/\text{año}$ , el sector privado optó por invertir en el tratamiento de aguas residuales con el fin de obtener un bien limitado como es el agua, de tal manera que si alguien está dispuesto a pagar por la generación de este recurso, ésta se convierte en una forma de financiación para este tipo de proyectos. De lo anterior se infiere que se emplea un criterio ingenieril para el aprovechamiento del agua residual, que se puede aprovechar en segunda instancia para los campos de riego para cultivo, generando un ahorro en el consumo de agua, además de aumentar la cantidad de agua disponible dentro de la zona.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Establecer los criterios de diseño hidrosanitario para una alternativa de abastecimiento y manejo sostenible del recurso agua, en un modelo de vivienda de interés social rural en el sector El Cove del Archipiélago de San Andrés Islas.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar la vivienda de interés social rural con respecto a lo arquitectónico, redes hidrosanitarias y sistemas de aprovechamiento hídrico empleados en su construcción.
- Diseñar un sistema sostenible de manejo y abastecimiento de aguas para una vivienda de interés social rural (VISR).
- Determinar la factibilidad del sistema hidrosanitario sostenible propuesto para la vivienda de interés social rural (VISR).



### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Dentro de una construcción o vivienda existen instalaciones hidrosanitarias, que corresponden a todas las unidades (aparatos sanitarios) y salidas de agua empleadas para la distribución del agua potable desde la red hasta la unidad de mayor demanda, donde una vez empleada en el desarrollo de las actividades domésticas, el recuso es conducido a través de un sistema de desagüe para su posterior descarga en la red de alcantarillado. Para comprender las características básicas de la red hidráulica y sanitaria es necesario recurrir a los siguientes conceptos básicos desarrollados por especialistas, los cuales se citan a lo largo del texto.

##### 3.1.1. Instalación hidráulica

Según Cepeda (1998), las instalaciones hidráulicas están definidas como el conjunto de tuberías, equipos y accesorios, que permiten la conducción del agua procedente de la red municipal hasta los lugares donde se requiera dentro de las construcciones o viviendas. Las estructuras básicas que componen una red de distribución son las siguientes:

Tabla 1 Componentes red de distribución.

<b>Componentes</b>	<b>Función</b>	<b>Concepto</b>
<b>Derivación hidráulica.</b>	Conducir el agua desde la acometida hasta la columna hidráulica.	Tubería que conecta la red pública de acueducto a la red interna de agua potable de una edificación.
<b>Columna hidráulica.</b>	Alimentar a las derivaciones hidráulicas.	Tubería vertical que conecta y alimenta, a la derivación hidráulica con los ramales.
<b>Ramales.</b>	Conducir el agua desde las derivaciones hasta los aparatos hidrosanitarios.	Es la tubería horizontal que se desprende de la derivación hidráulica.

Fuente: los autores.

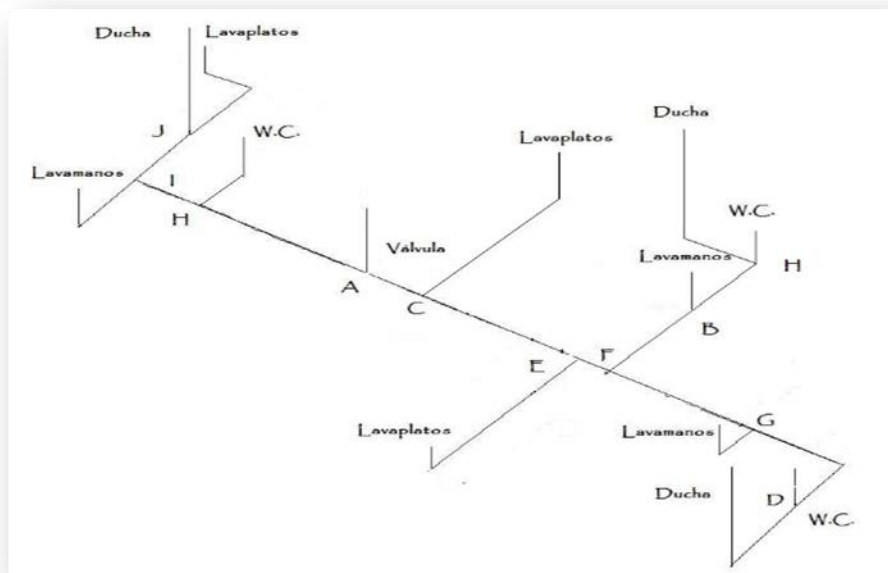
Según Rodríguez (2006), para el abastecimiento de agua dentro de una construcción, existen diversas formas, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 2 .Tipos de sistemas de abastecimiento.

Tipos de sistemas de abastecimiento	
<b>Abastecimiento directo.</b>	Es el abastecimiento directo cuando la alimentación se hace directamente desde la tubería del acueducto municipal.
<b>Abastecimiento por gravedad.</b>	Esta se hace a través de tanques elevados, empleando la energía potencial gravitatoria del fluido.
<b>Abastecimiento combinado.</b>	Esta condición se da cuando es necesario emplear bombas para llevar agua hasta los tanques elevados, para su posterior distribución por gravedad.
<b>Abastecimiento por presión.</b>	Se realiza mediante el empleo de equipos hidroneumático y bombas.

Fuente: los autores.

Gráfica 2 Abastecimiento de aguas en una vivienda



Sistema de abastecimiento de agua potable en una vivienda típica de una planta Fuente: Documento en línea [www.google.com.co/search?hl=es&client=firefox-a&rls](http://www.google.com.co/search?hl=es&client=firefox-a&rls)

### 3.1.2 Diseño.

Por otra parte según Carmona(2005), para el diseño de las instalaciones hidráulicas los parámetros más representativos son:

Tabla 3 .Parámetros de instalaciones hidráulicas.

Parámetro	Definición
<b>Dotación</b>	Hace referencia a la posible cantidad de agua consumida por una persona en un día (este incluye la cantidad de agua para realizar todas sus actividades de aseo y alimentación). A partir de este parámetro es que se calcula el caudal a suministrar a la red.
<b>Caudal máximo posible</b>	Se presenta cuando la totalidad de los aparatos sanitarios están en funcionamiento simultáneo.
<b>Caudal máximo probable</b>	Es el que se puede presentar en la tubería de suministro y con la cual se debe diseñar.

Fuente: los autores

Según Carmona (2005), para establecer de forma correcta el caudal y los diámetros de la red hidráulica, es necesario recurrir al concepto de coeficiente de simultaneidad, desarrollado por Roy B. Hunter, quien parte de la probabilidad de que sucedan eventos simultáneos. En este caso, el uso simultáneo de unidades hidráulicas, para este método el caudal de diseño es igual al caudal máximo probable, que se obtiene a partir del producto de caudal máximo posible ( $Q_{max}$ ) por el coeficiente de simultaneidad ( $K_1$ ). Para estos dos sucesos se desarrollaron dos aplicaciones que permitieron proponer la teoría de probabilidades:

Tabla 4 Coeficiente de simultaneidad

Coeficiente de simultaneidad	
<b>Coeficientes de simultaneidad según el número de salidas <math>K_1</math>.</b>	Este método considera el uso de aparatos funcionando de forma simultánea, dependiendo del número de salidas en funcionamiento, y el uso de la edificación, se establecerá un coeficiente, cuyo valor máximo será de uno (1) y mínimo de 0.20.
<b>Coeficientes de simultaneidad según el número de viviendas <math>K_2</math>.</b>	Este se emplea cuando se trate de un conjunto de viviendas o varios edificios, en estos casos se emplearan el coeficiente de simultaneidad.

Fuente: los autores

En Colombia, el método sugerido es el de Hunter modificado, desarrollado en la norma ICONTEC1500, la cual según Rodríguez (2006), se fundamenta en las unidades de consumo, donde se define la unidad de consumo (UC), como el gasto promedio demandado por un lavamanos de 2 grifos y de tipo privado en condiciones de funcionamiento normal y es igual a 20 l/min o como 1ft<sup>3</sup>/min. Para integrar al sistema hidráulico equipos que mantengan una presión constante y apropiada es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 5 Parámetros para mantenimiento de presión en el sistema

<b>Parámetros para mantenimiento de presión en el sistema.</b>	
<b>Altura de succión estática (D.H.).</b>	Es la distancia vertical en unidades de longitud, desde el eje central de la bomba hasta el nivel libre del líquido que va a ser bombeado.
<b>Altura de succión dinámica total (T.D.H.).</b>	Es la suma de la altura de succión estática, más las pérdidas por fricción en tubería, accesorios y carga de velocidad.
<b>Altura máxima de succión (A. M .S.).</b>	Es la altura máxima a la cual asciende el líquido dentro de la red.
<b>Carga de aspiración o altura de succión.</b>	Esta se presenta cuando el espejo de agua o aprovisionamiento se encuentra por encima del nivel de la bomba.
<b>Cabeza neta de succión positiva (NPSH).</b>	<p>Es la presión absoluta expresada en metros de altura columna de agua, teniendo en cuenta el diámetro a la entrada de la bomba (pérdidas por fricción y accesorios) menos la presión de vapor del líquido a temperatura de bombeo (de presiones o sobre presión) menos la altura sobre el nivel del mar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del líquido.</li> <li>• vacío dentro de la bomba.</li> <li>• Depresiones barométricas (0.36m aprox.)</li> <li>• Pérdidas por fricción y accesorios.</li> <li>• Pérdidas por velocidad.</li> </ul>

Fuente: los autores

### 3.1.3. Instalación sanitaria.

Según Rodríguez (2006), al emplear la red de agua potable dentro de una vivienda, se generan vertimientos como resultado de la utilización del recurso, en actividades domésticas.

Por ende es necesario, retirar y conducir las aguas residuales al igual que las pluviales de las construcciones hasta el alcantarillado público, evitando que se presente una generación de olores ofensivos dentro de la edificación; producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en las aguas residuales que pueden salir a través de los sifones.

Según el origen del vertimiento las redes sanitarias se clasifican en los siguientes tipos:

Tabla 6 Clasificación Redes Sanitarias

<b>Clasificación Redes Sanitarias</b>	
<b>Sanitario.</b>	Se encarga de recibir la descarga de productos provenientes de las actividades fisiológicas de las personas, desperdicios domésticos y en general aguas negras y grises.
<b>Pluvial</b>	Recibe el agua producto de la precipitación.
<b>Combinado</b>	Recibe tanto las aguas negras como las de la precipitación.

Fuente: los autores

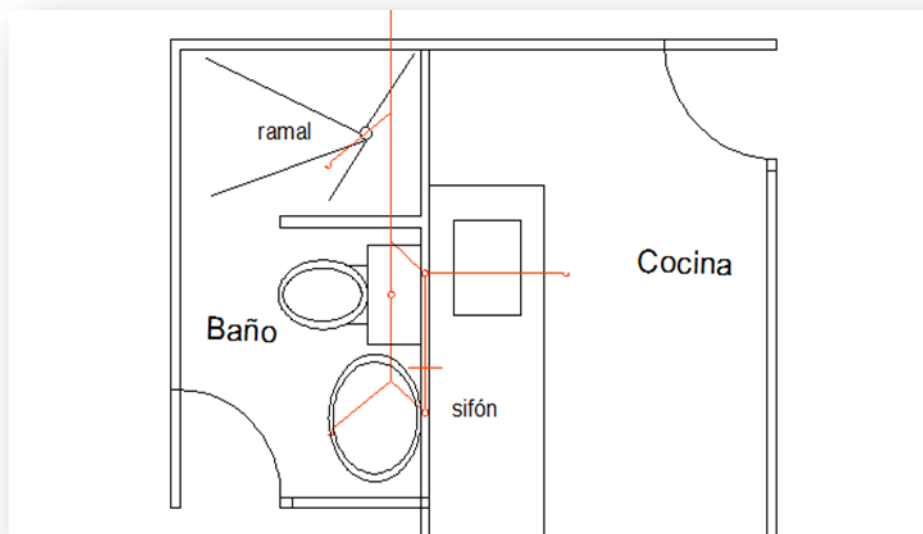
Para el diseño de una red sanitaria se parte del concepto de unidades de descarga, referenciada como el volumen de agua residual evacuado por unidad de tiempo desde un aparato sanitario, que tiene la misma equivalencia que una unidad de consumo. Al igual que en el diseño de la red hidráulica, la red sanitaria emplea el concepto de coeficiente de simultaneidad K, desarrollado Hunter, que parte de la probabilidad de descargas de todas las unidades sanitarias en un instante t (tiempo). Las estructuras fundamentales que comprenden una red sanitaria son las siguientes:

Tabla 7 Componentes de la red sanitaria

Componentes	Función	Concepto
<b>Ramal</b>	Transportar las aguas residuales de un solo nivel hacia las bajantes (si existe más de un nivel).	Tubería horizontal con pendiente mínima que permita garantizar una fuerza tractiva adecuada, la conexión entre los ramales y el colector principal es necesario hacerse en un ángulo de 45°.
<b>Bajante</b>	Conducir aguas residuales y pluviales hacia el colector,	Es la tubería vertical que conecta el ramal con el colector. Al igual que el ramal la conexión debe hacerse a un ángulo 45°, con el fin mejorar la entrega.

Fuente: los autores

Gráfica 3 Plano sistema típico de desagüe en la zona de baño y Cocina de una vivienda de interés social.



Esta gráfica muestra los sistemas de desagüe que integran una vivienda típica de interés social en el sector estudiado. Fuente: Acción Social Presidencia de la Republica vivienda de interés social, San Andrés Islas.2011

Algunos de los accesorios que componen una red sanitaria se mencionaran a continuación debido a que son indispensables dentro del sistema:

Tabla 8 Accesorios usados dentro de una red sanitaria.

<b>Sifón.</b>	<b>Es un accesorio que proporciona un sello hidráulico, evitando la salida de malos olores.</b>
<b>Trampa de grasas.</b>	Son interceptores de aceite y grasas, se requieren donde el agua posee derivados grasos.

Fuente: los autores

Al diseñar las instalaciones sanitarias e hidráulicas, hay que tener en cuenta algunos parámetros como: la ubicación de los ductos, debido a que estos no deben estar cerca de las habitaciones por el ruido generado en las descargas ya que puede resultar molesto.

También la ventilación dentro de los ductos es importante debido a que en la descarga de una unidad sanitaria, se pueden generar sobre presiones o sub presiones que hacen perder los sellos hidráulicos permitiendo la salida de gases y olores ofensivos.

Con el fin de que la red hidro sanitaria opere de forma adecuada, según el código Colombiano de fontanería (2004) es necesario realizar las siguientes pruebas:

Prueba hidrostática, prueba a tubo lleno, prueba a columna llena, los componentes, parámetros y criterios mencionados, son fundamentales para comprender la complejidad del funcionamiento de una red hidrosanitaria, debido a que dentro del concepto de red hidráulica se encuentra implícito todo lo referente al abastecimiento de agua potable y el de red sanitaria encierra lo referente al manejo de aguas residuales de una vivienda, además de permitir un criterio de dimensionamiento acorde a las necesidades técnicas del sistema y su correcto funcionamiento.

## 3.2. VIVIENDA

La Real Academia de la Lengua Española (2011) define la vivienda como:

(Del lat. *vivienda*, t. f. de *-dus*, part. fut. pas. de *vivĕre*, vivir).1. f. Lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas.

### 3.2.1. Caso Colombia

En Colombia la vivienda de interés social se define de la siguiente manera, según el decreto número 1789 de 2004:

“Vivienda de Interés Social - VIS. Aquella vivienda urbana cuyo valor, conforme a lo dispuesto en el artículo 91 de la LEY 388 DE 1997, establece que debe ser inferior o igual al límite de precio establecido por la Ley para este tipo de viviendas; donde dicho límite se encuentra previsto en el artículo 104 de la Ley 812 de 2003, en ciento treinta y cinco (135) salarios mínimos legales mensuales vigentes.”



#### 4. MARCO NORMATIVO

La vivienda es mencionada en la Constitución Política Colombiana (1991) como un derecho, se encuentra plasmada en el Artículo 51 “Todos los colombianos tienen derecho a una vivienda digna. El estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho, promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda.”

En la ley 9 de 1989 dentro de su Artículo 44, se encuentra una definición de la vivienda de interés social, la cual fue modificada por el Artículo 91 de la ley 388 de 1997, donde se define la vivienda de interés social como “aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos”.

A través del Plan Nacional de Desarrollo, el Gobierno Nacional, Departamental y Municipal establecerá el tipo y precio máximo de las soluciones destinadas a estos hogares teniendo en cuenta, entre otros aspectos, las características del déficit habitacional, las posibilidades de acceso al crédito de los hogares, las condiciones de la oferta, el monto de recursos de crédito disponibles por parte del sector financiero y la suma de fondos del Estado destinados a los programas de vivienda”.

“Por ende se toma como base para el desarrollo de la propuesta la LEY 1450 del 2011 (Junio 16) en la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo”, 2010-2014, dentro de esta misma, en conformidad con el Artículo 91 de la LEY 388 de 1997 en su Artículo 117 se redefine la VIS respecto a la variable económica. “la vivienda de interés social es la unidad habitacional que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción y cuyo valor no exceda ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 smlv)”.

Según la categorización presupuestal propuesta por la LEY 617 del 2000 que presenta el departamento, (donde se tiene en cuenta su capacidad de gestión administrativa y fiscal, además de la población e ingresos con el anterior criterio); se determinará el monto de la

VIS, estableciendo un tipo de vivienda denominada vivienda de interés social prioritaria, cuyo valor máximo será de setenta salarios mínimos legales mensuales vigentes (70 smlmv).

Las entidades territoriales que financien la vivienda en los municipios de categorías 3, 4, 5 y 6 de la Ley 617 de 2000, sólo podrán hacerlo como vivienda de interés social prioritaria.

Como complemento a esta normatividad es indispensable mencionar el Decreto 2060 del 24 de junio de 2004, por el cual se establecen las áreas mínimas para vivienda de interés social.

Es de resaltar en este decreto los siguientes ítems:

1. En su Artículo primero se hace referencia a las normas mínimas para la urbanización y construcción de Viviendas de Interés Social (VIS) Tipo 1 y 2:

Tabla 9 Área mínima por lote para viviendas de interés social Tipo 1 y 2:

<b>Tipo de vivienda</b>	<b>Lote mínimo</b>	<b>Frente mínimo</b>	<b>Aislamiento posterior</b>
<b>Vivienda unifamiliar</b>	35 m <sup>2</sup>	3.50m <sup>2</sup>	2.00m <sup>2</sup>
<b>Vivienda bifamiliar</b>	70 m <sup>2</sup>	7.00 m <sup>2</sup>	2.00 m <sup>2</sup>
<b>Vivienda multifamiliar</b>	120m <sup>2</sup>	-	-

Fuente: decreto 2060 del 24 de junio de 2004.

La Ley 388 de 1997 establece la clasificación del suelo, dentro del territorio nacional, definiendo las características de la ruralidad respecto al uso del suelo, esta ley en su artículo treinta tres, define al suelo rural como los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.

En el Decreto 325 del 2003 el departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina Islas establece las unidades de planeación insular (UPI) que normatizan los esquemas urbanísticos y de ordenamiento territorial.

Dentro de este mismo decreto también son establecidos en el artículo 304 los componentes del Suelo Rural. Los componentes del Suelo Rural Insular son los siguientes:

- a. La Sub-urbanización en los Corredores lineales de San Luis, Loma y el Cove.
- b. Asentamientos dispersos y especiales.
- c. Soporte medioambiental y Zonas de Reserva de la Biosfera y protección.
- d. Zonas de Producción Agropecuaria.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA.**

El planteamiento metodológico propuesto para la realización del proyecto, fue implementando el método de investigación de Arias Galicia, que es una modificación del método científico. En este método se plantea una serie de etapas y reglas que dan consecución a una idea lógica, esta forma de ordenamiento permite el diseño de un procedimiento que tiene por objeto articular la información recolectada con los resultados obtenidos y a partir de esta articulación ser comparados y evaluados frente a una comunidad científica.

Según Galicia el método propone una serie de pasos a seguir para el adecuado desarrollo del proceso investigativo, que fueron ajustados de acuerdo a las necesidades de este proyecto y se describen a continuación:

1. Primera etapa (DIAGNOSTICO DE LA VIS).
2. Segunda etapa (Planeación). Relaciona las actividades que se requieren y los recursos para desarrollar las mismas.
3. Tercera etapa (Recopilación de la información) como se obtienen los datos y mediante qué elementos.
4. Cuarta etapa (procesamiento de los datos) como se compila y mediante que método se procesa la misma.
5. Quinta etapa (explicación de interpretación) planteamiento de posibles causas y efectos
6. Sexta etapa (comunicación de resultados y solución del problema) determinación de la causa exacta y la solución del problema originado.

Como lo propone el método de investigación de Arias Galicia, el proyecto se realizó en diferentes fases constituidas por actividades específicas.

A continuación se presenta una síntesis, de la secuencia metodológica a seguir, tomando como inicio el planteamiento del problema, seguido de la primera fase que hace referencia al establecimiento de la condición actual de la VISR.

Una vez identificada la VISR desde diferentes aspectos se procedió a la realización del rediseño del modelo arquitectónico que se complementó con la segunda fase que fue la del diseño del sistema sostenible para el suministro y manejo de agua en una VISR, que termino con la fase de análisis financiero cuyo objetivo es determinar la factibilidad del proyecto.

## **5.2. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **Fase 1: DIAGNÓSTICO DE LA VIS.**

#### **-Estudio de modelos típicos de las VIS y VISR.**

Consultas

- Bibliográficas.
- Institucionales.
- Técnicas.
- Internet.
- Planos y diseños arquitectónicos.
- Modelos típicos de vivienda de interés social en San Andrés.

#### **-Evaluación de las características del entorno ambiental y socio económico que contribuyen a la delimitación de una VISR.**

- Vivienda de interés social desarrollo histórico.
- Observación e identificación de las características generales de las VISR.
- Reconocimiento físico de las características de VISR.
- Entorno ambiental en el que se desarrolla la VIS en San Andrés Islas.
- Visita a viviendas de interés social en construcción.

#### **-Determinación del módulo de consumo para los habitantes de El Cove.**

- Aforos.
- Resultados.

## **Fase 2: DISEÑO DEL SISTEMA SOSTENIBLE PARA EL MANEJO DE AGUAS.**

### **-Adopción de criterios y parámetros preliminares.**

### **-Diseño de redes hidrosanitarias.**

#### **-Diseño red hidráulica.**

- Elaboración hoja de cálculo para diseño de la red hidráulica.
- Elaboración de plano de la red hidráulica.

#### **-Diseño de red sanitaria.**

- Elaboración de hoja de cálculo de la red sanitaria.
- Elaboración de plano de la red sanitaria.

### **-Diseño del sistema de captación de aguas lluvias.**

- Elaboración de hoja de cálculo para diseño del sistema de captación.
- Elaboración de planos (modelo) del sistema de captación.

### **-Diseño del sistema de tratamiento de aguas lluvias, grises y negras.**

- Hoja de cálculo para diseño del sistema de tratamiento de aguas negras y grises.
- Elaboración de planos (modelo) del sistema.

## **Fase 3: ANÁLISIS FINANCIERO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO SOSTENIBLE.**

### **-Estudio de factibilidad.**

- Análisis unitarios - Presupuesto.
- Flujo de Caja.
- TIR. y VPN
- Análisis costo beneficio.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 FASE 1: DIAGNÓSTICO DE LA VIS.

La vivienda de interés social a lo largo de la historia ha registrado cambios de acuerdo a las políticas gubernamentales que en su momento trazaron el desarrollo de la nación. Por este motivo lo que conocemos como VIS o VISR es el desarrollo de un complejo panorama nacional que caracteriza la vivienda hoy en día en nuestra nación, para generar un diagnóstico del estado de la VIS se utilizaron las herramientas que se presentan a continuación.

#### 6.1.1. Estudio de modelos típicos de las VIS y VISR.

Las características típicas de la vivienda de interés social en Colombia están definidas por la normatividad y es ella quien determina sus características principales: área de construcción y el valor máximo.

Los modelos típicos han evolucionado desde el primer intento de vivienda urbana de interés social de construcción masiva en Bogotá (anexo1). La vivienda construida 1938, diseñada por Karl Brunner en forma cuadrada en lotes de 15 x 15 metros, inclusive de 17 x 17 metros dispuestos en serie, permitía la reducción de costos en paredes y techos como lo referencia Espinosa(2003).

Según Espinosa (2003) También comprendía una buena “disposición interior de los espacios –una habitación, una cocina, un vestíbulo y un baño, el lote comprendía una edificación de 45 metros cuadrados y un patio de unos 200 o 300 metros cuadrados destinado a la siembra de verduras y otros productos de autoabastecimiento”, esto fue así hasta el diseño y construcción del barrio Guacamayas que según Espinosa(2003) dio el inicio de la nueva construcción de VIS, que dieron origen a una nueva forma de pensarla en donde se buscaba una inversión mínima y construcción mínima.

Estas características de construcción fueron dando forma a lo que hoy es normalizado en Colombia por el decreto 2060 del 24 de junio de 2004 que establecen las áreas mínimas y valores mínimos para vivienda de interés social según su tipo (ver tabla 9).

La metodología Índice de Costos de la Construcción de Vivienda del DANE (2009), define cada uno de los ítems relacionados en la tabla 9 de la siguiente manera:

**VIS – Unifamiliar:** Viviendas individuales en serie o pareadas.

Área aproximada entre 35m<sup>2</sup> y 57m<sup>2</sup> Consta de sala comedor, cocina, 1 baño, 2 ó 3 alcobas, patio de ropas y algunas con posibilidades de ampliación.

**VIS – Bifamiliar:** Viviendas en pares. Área aproximada entre 70m<sup>2</sup> y 114m<sup>2</sup>

Cada una de las viviendas consta de sala comedor, cocina, un baño, 2 ó 3 alcobas, patio de ropas y algunas con posibilidades de ampliación.

**VIS – Multifamiliar:** Bloques de 5 ó 6 pisos y generalmente de 4 apartamentos por piso, construidos en serie o por etapas. Área aproximada por apartamento entre 40m<sup>2</sup> y 57m<sup>2</sup>. Consta de sala comedor, cocina y zona de lavado, un baño, 2 ó 3 alcobas, dependiendo del área y diseño.

Las viviendas de interés social se construyen bajo los siguientes criterios.

1. Reducción de costo.
2. Materiales económicos
3. Densidad poblacional

En consecuencia basados en el desarrollo histórico y en la información recopilada es posible identificar a la vivienda de interés social típica como una construcción pequeña, de poco valor e inclusive de calidad arquitectónica inferior.

#### 6.1.2. Modelos típicos de vivienda de interés social en San Andrés Islas.

En el departamento de San Andrés Islas se adoptó un modelo típico de VIS y VISR que es capaz de cumplir con las características normativas presentes hasta este momento en nuestro país. El primer acercamiento a una vivienda de interés social lo propuso la alcaldía de providencia en el año 2010 que comprende una vivienda unifamiliar con un área de



43.272 m<sup>2</sup>, se encuentra distribuida de la siguiente forma: Tres habitaciones una sala y una cocina, un área para el lavado de la ropa.

Sus cimientos son pilotes de concreto de 1.5m de altura, la VISR se encuentra situada sobre una estructura en perfil metálico, el cerramiento de la vivienda está hecho del sistema Eterboard junto con el piso de la misma y la cubierta en tejas de fibrocemento pintadas.

Esta se dota de un tanque de 2000L para almacenamiento de aguas lluvias y un sistema de pozo séptico para el tratamiento de las aguas residuales, el modelo se diseñó para una densidad poblacional de 3 personas por vivienda. Debido a las limitaciones financieras, el modelo propuesto antes mencionado, según observaciones de campo establecidas, este tipo de vivienda cumple con los estándares mínimos citados con anterioridad en la norma.

Ahora bien, las características de la vivienda de la población Sanandresana según Rojas (2011), se resaltan por su riqueza arquitectónica tradicional, consecuencia de la mezcla de rasgos arquitectónicos en madera, de origen inglés, victoriana, la holandesa y la africana, dando como resultado un material de valor incalculable

Además se cita a Jorge Caballero Leguizamón, arquitecto máster en teoría de historia del arte e investigador del patrimonio cultural nacional, afirma que el modelo constructivo imperante y tradicional en madera “por la forma como fue yes concebido, por la volumetría, la distribución de los espacios, el conjunto reducido de técnicas de construcción que comprende el uso de formas geométricas simples -como el cuadrado- para, a partir de ellas, levantar la edificación, por tratarse de uno de los muy pocos estilos arquitectónicos en Latinoamérica que no exhibe influencia alguna de la arquitectura española”.

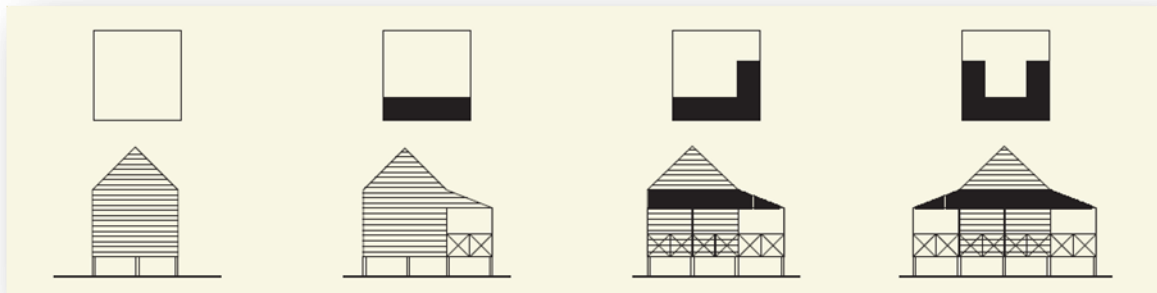
La tipología de la VIS para San Andrés Islas toma las siguientes características:

- Unidad de planta rectangular, con base en modelo de caja.
- Casas con corredores, subdivisión de techos, buhardilla, segundos pisos, estas casas generalmente se les hace ampliaciones o modificaciones en la planta básica construyendo hacía los lados y después hacia arriba y que según afirma Lucas Steele, obedecían a hechos importantes como el nacimiento de los hijos.

- La característica primaria de las casas isleñas en general, está en el diseño de los cimientos, pilotes entre 0.6 metros y 1.2 metros de altura aproximadamente fabricados en madera o piedra, en los modelos tradicionales construidos entre 1890 y 1950, y hormigón en las casas fabricadas recientemente en la islas.

Respecto a la distribución interna de las viviendas las unidades de servicio como baño y cocina fueron tradicionalmente dejadas fuera de las zonas habitacionales a razón de los espacios justos, la salubridad y la seguridad, esta última, para evitar eventos asociados con el fuego.

Gráfica 4 Casa isleña



En la gráfica se observa una vivienda típica isleña con ampliaciones en sus balcones Fuente: revista-mm, edición 47 año 2011.

6.1.3. Evaluación de las características del entorno ambiental y socio económico que contribuyen a la delimitación de una VISR.

Para estudiar el problema habitacional es necesario enfocar la vivienda desde una perspectiva amplia. La vivienda no solo es la casa, sino que constituye un conjunto de servicios habitacionales que se comprende inseparablemente el suelo, la infraestructura y el equipamiento social-comunitario, junto al techo, refugio o casa desde aquí se partirá del desarrollo histórico de la vis, se hará una identificación de las características generales de la vis, más un reconocimiento a una vivienda de interés social para poder relacionar con el contexto Sanadresano.

#### 6.1.3.1. Vivienda de interés social desarrollo histórico.

El desarrollo de la vivienda de interés social tiene una larga trayectoria histórica en Colombia y se empieza a mencionar a partir de 1918, es importante mencionar este año porque ocurrió una pandemia de gripa en el territorio nacional que generó cerca de 10.123 muertes, según el Grupo de Investigación Salud Pública, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, las condiciones de hacinamiento de la población más pobre en ciudades capitales como Bogotá, Tunja y Sogamoso (casos más documentados) obligaron al gobierno de Marco Fidel Suárez a crear medidas de contingencia para evitar la proliferación de muertes a causa del mencionado brote gripal, entre ellas se encuentra la promulgación de la Ley 46 de 1918 la cual es importante porque “dicta una medida de salubridad pública y se provee la existencia de habitaciones higiénicas para la clase proletaria.”

Esta normatividad es muestra del primer acercamiento a lo que es la vivienda de interés social (VIS), en el artículo 8 de la ley anterior se menciona tácitamente la obligación del estado en ese momento de proveer normatividad capaz de solucionar el déficit de vivienda y se menciona de la siguiente manera “Municipios que tengan más de quince mil (15,000) habitantes destinar el dos por ciento (2 por 100) del producto de sus impuestos, contribuciones y rentas, a la construcción de viviendas higiénicas para la clase proletaria”, consecuencia de esta experiencia se crea la Junta de Habitaciones para Obreros.

El siguiente hito en la historia de la VIS en nuestro país se encuentra asociado a la gran depresión mundial de los años 30 y su repercusión en el mercado colombiano hacia 1932, debido a que en este año, según Avella(2003)“El sector financiero dependía sustancialmente de recursos externos, la extinción del financiamiento externo dejó al sistema bancario al borde del colapso”, lo que cerró las exportaciones y obligó a seguir una política de endeudamiento interno, a esta situación se le suma el conflicto con Perú que originó un aumento mayor del endeudamiento público afirma Avella(2003) “La literatura sobre la deuda pública reconoce que la guerra ha sido una de las mayores causas históricas de aumentos en la deuda pública”

En este mismo año se creó el BCH (Banco Central Hipotecario) según Espinoza(2003) como respuesta a la crisis de endeudamiento de la banca pública, pero la importancia dentro de la

historia de VIS radica en el papel del banco, inauguró unas modalidades crediticias dirigidas a la construcción directa de vivienda para empleados.

Esta fue la primera modalidad de crédito usado a nivel nacional para la adquisición de vivienda, construyendo el barrio centenario en Bogotá que delinea las características del barrio obrero de construcción general.

En 1939 fue creado el Instituto de Crédito Territorial (I.C.T), mediante Decreto Ley 200 de 1939, y el objetivo fundamental fue estimular la construcción de vivienda rural y también el mejoramiento de la misma según Espinoza (2003) se crearon agencias y sucursales en todo el territorio nacional que hicieron préstamos para vivienda campesina.

El Instituto de Crédito Territorial (ICT) fue el ente estatal encargado de atender las necesidades habitacionales de la población de bajos ingresos, según el plan Nacional de Formación para el Control Social a la Gestión Pública; dentro de sus funciones estaba el que desarrollaba directamente todas las acciones que conformaban el ciclo de producir una vivienda, es decir, se encargaba de la planificación, diseño, construcción asignación y finalmente del financiamiento de largo plazo que requerían los beneficiarios, entregando créditos con tasas fuertemente subsidiadas, esta funciones llegaron hasta la expedición de la Ley 3 de 1991, a través de la cual se modificó el I.C.T. en INSTITUTO NACIONAL DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y REFORMA URBANA INURBE.

Esta normatividad es importante ya que re define la construcción masiva de viviendas campesinas en el territorio nacional a partir del decreto 2241 de 1948,"por el cual se dan algunas autorizaciones al Instituto de Crédito Territorial, y se dictan medidas para incrementar el desarrollo de la vivienda campesina en el país".

1958, es importante señalarlo porque se produjo el primer Programa Nacional de Desarrollo, derivado de los problemas sociales que trajo el período de la violencia (10 años de estado de sitio 1948-1958) aumentando las migraciones a los grandes núcleos urbanos de las ciudades colombianas que genero una falencia de viviendas hasta este momento en el país, dando origen a una política de desarrollo de la vivienda social para los menos favorecidos.

A finales de los años 50's y mediados de 60's se creó el Consejo Superior de Vivienda y Desarrollo Urbano (1958) es importante resaltar este hecho porque en este consejo se tomó "por primera vez el tema de la vivienda como política estatal".

En 1972 los decretos 677 y 678 de 1972 dan paso a la creación de diferentes instancias para el manejo del ahorro y nace La unidad de poder adquisitivo constante (UPAC).

Por otro lado según Arango (1990) menciona los efectos nefastos de la upacuisacion de las construcciones viviendas, incluido las de interés social como uno de los efectos de la creación del UPAC fue la paulatina desviación de la producción de vivienda hacia los sectores solventes de la demanda, convirtiendo la producción de la vivienda en un negocio más.

Según Espinoza (2003) "El estado disminuyó su participación en la producción de vivienda popular y en los casos en los que intervenía, la mentalidad de hacer económicamente rentables los proyectos llevó a un proceso de deterioro en la calidad urbana y arquitectónica de las soluciones".

Esto se convirtió en un común denominador a lo largo de este periodo de la historia de Colombia, en 1991 nace Instituto Nacional de Vivienda de Interés Social y de la Reforma Urbana, INURBE, producto del mal manejo político, económico y administrativo que se le dio al Instituto de Crédito Territorial (I.C.T), en ese momento cuyo detonante fue el plan de la casa sin cuota inicial y terminó en el INURBE. Una vez creado el INURBE a partir de la ley 003 de 1991 " por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones". El estado deja la construcción de vivienda en forma directa y le da paso al sector privado para que asuma este rol.

### 6.1.3.2. Observación e identificación de las características generales de las VISR.

Básicamente la vivienda de interés social tanto rural como urbana están organizadas por la normatividad nacional de una misma forma, lo que le da el concepto de ruralidad o el rotulo de rural son los planes de ordenamiento territorial de cada municipio, así pues la vivienda de interés social rural según el ministerio de agricultura “está dirigido a beneficiar familias campesinas de los niveles 1 y 2 del SISBEN, desplazados por la violencia, indígenas y afrocolombianos. Según Min Agricultura (2012)”. Estas características están plasmadas en el decreto nacional 1133 de 2000 de Junio 19.

También es de suma importancia resaltar que las características de cada VISR son particulares y es determinada por factores de carácter económico, climático y cultural particular a cada región de nuestra geografía.

Según el Ministerio de Agricultura, el sistema de loteo para desarrollo normal o progresivo, se rige por las siguientes condiciones: Condiciones para loteo individual unifamiliar y bifamiliar, esto indica que las viviendas de interés social rural o urbana se ciñe al carácter de loteo implementado con Decreto 2060 del 24 de junio de 2004.

Estas condiciones de dimensiones pequeñas son bastante criticadas debido a que son construidas para núcleos familiares de 3 personas denominados en la literatura como familias nucleares según Arango (1990) y por las características de la población colombiana son imposibles de integrar a nuestra realidad pues se presume que existen 14 tipos diferentes de familias en Colombia.

Ya que está claro que la principal característica es su área, es necesario continuar con las características típicas que definen una vivienda de interés social rural, en cuanto a su construcción. El valor es el siguiente ítem a tener en cuenta, debido a que como se mencionó con anterioridad, el monto de una VIS está ligado a la categoría del municipio por ende en San Andrés Islas, el límite de precio establecido por la Ley 617 de 2000 para este tipo de viviendas; está previsto en “70 salarios mínimos legales mensuales vigentes.”

Se pudo establecer que la concepción de la viviendas de interés social para las diferentes

zonas del país, se encuentra en función de la variable económica que propicia la marginalidad, debido a que se puede decir que la totalidad de este tipo de proyectos se desarrollan en sectores donde el valor de las propiedades es bajo, para poder dar cumplimiento a los requerimientos técnicos y normativos.

#### 6.1.3.3. Reconocimiento físico de las características de VISR.

Dentro de ésta investigación el manual de especificaciones técnicas de construcción sugiere el documento “Guía Técnica para la construcción de vivienda de interés social, desarrollado por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2011”, este documento, en el capítulo 5, define las especificaciones técnicas de construcción a partir del manual antes mencionado.

En el Manual de Especificaciones Técnicas de Construcción se recopila según Min Ambiente (2011) “las normas técnicas de construcción, materiales, productos y servicios que se aplican y requieren en la actividad de la construcción,” a partir de esta premisa es posible generalizar una vivienda típica de interés social, complementando éste concepto con la información recolectada en las vistas de campo realizadas.

La información recolectada permitió generar parámetros de similitud en el diseño y se asocian a los siguientes elementos:

Estructura, mampostería estructural usada, losas flotantes (placas), acabados, número de cuartos, disposición de los cuartos.

La estructura se define como el conjunto de elementos cuya función es resistir y transmitir las cargas al suelo de apoyo, en consecuencia las primeras características observadas en una vivienda de interés social son las columnas o vigas de hormigón o concreto, en segundo lugar la mampostería estructural.

Componentes comunes de las columnas y vigas:

Estas estructuras está hechas a base de concreto u hormigón, mezclado con entramado de acero, la disposición recomienda existente entre acero y concreto lo referencia la norma del

código colombiano de construcción sismo resistente Colombiana.

Los materiales y su calidad se referencian en norma ICONTEC 245y 248.ASTM A-706, articulo C.3.5.34.del código C.C.S.R.

Acero corrugado, Mallas de varilla y barras (normas ASTM A- 496 y A-185, párrafo C.3.5.3.4.del código C.C.S.R.), Acero liso (Norma ICONTEC 161, articulo C.3.5.4. del código C.C.S.R.), Cemento (norma ICONTEC 121 y 131), agregados finos y gruesos: Norma ICONTEC 174, aditivos: Norma ASTM C.260 Y C.618, ICONTEC 1299 sección C.3.6 del código C.C.S.R.

Otra característica encontrada en la investigación está ligada a la mampostería estructural, se encuentra definida como toda obra construida con elementos o piezas que se pueden colocar a mano, como bloques piedras ladrillos.

El primer elemento a tener en cuenta en la mampostería estructural es el mortero de pega, que según el manual antes mencionado es una mezcla de cemento arena gruesa cal y agua. A veces se pueden emplear aditivos para que mejorar la adherencia.

Las características técnicas corresponden a:

Cemento: norma ICONTEC 121 y 321.

Cal ASTM207.

Agregados ASTM C .144

La mampostería se complementa, con la adherencia de bloques de concreto que tienen como función transmitir los esfuerzos del muro a la fundición. Comúnmente llamado sobrecimiento, que es el tramo de mampostería en bloque de concreto localizado sobre el cimiento hasta el nivel del piso acabado.

Los materiales comúnmente usados son:

Bloque concreto norma ICONTEC 274.

Mortero de inyección norma ASTM C404-85.

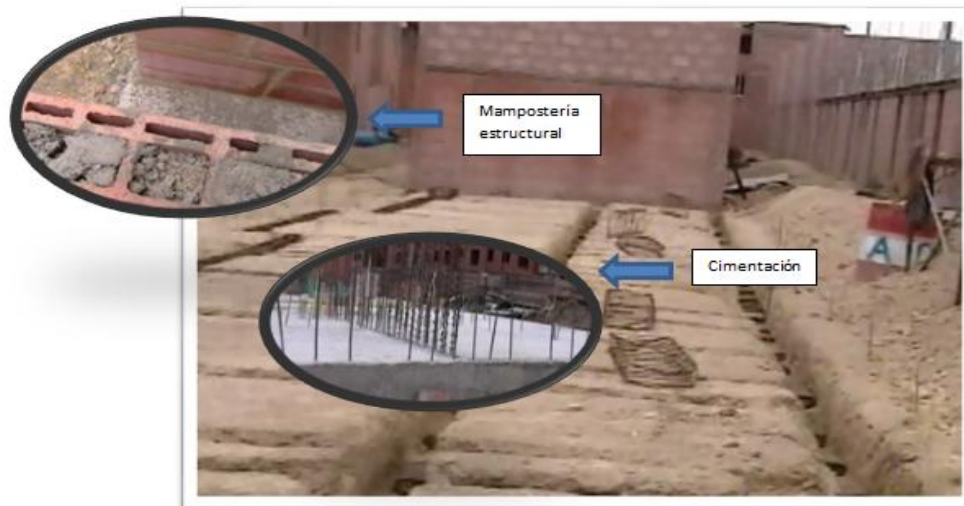
Otra característica encontrada dentro del reconocimiento a la VISR es la cubierta, que se define por el manual antes mencionado como” parte superior y exterior de un edificio, el procedimiento usado en las VISR varía según el tipo de cubierta a emplear la más usada en



el entorno de construcción masiva, es la placa ondulada este procedimiento es una mezcla de teja ondulada junto a una mezcla homogénea de cemento portland, asbesto y agua, los materiales usados son:

Tejas onduladas y accesorios de asbesto-cemento según norma ICONTEC 275.  
Ganchos, pernos tirafondos, amarres de alambre galvanizado, masillas elásticas.

Gráfica 5 Observación vivienda de interés social



En la gráfica se puede observar la cimentación clásica para una vivienda de interés social, y la mampostería estructural Fuente: los autores

El diseño y construcción de las instalaciones hidrosanitarias típicas en una vivienda de interés social incluyen la colocación de tuberías y accesorios necesarios para la distribución del agua potable y evacuación de las aguas servidas.

Estas tuberías van empotradas sobre puestas o colgadas en losas, muros y columnas, generalmente el tramo de tubería entre la red municipal de acueducto y la edificación incluye un contador para la medición del consumo de agua.

Materiales.

Tubería de PVC Norma ICONTEC 1087.

Plástico reforzado con fibra de vidrio ASTM D-3262-81

Características de la VISR para San Andrés Islas, según el Decreto o 325 del 2003, mediante la cual es adoptada el POT para el archipiélago.

Las características que debe tener una VISR, según el artículo 3224 d son las siguientes:

La Vivienda Tradicional Insular obligatorias en los programas de renovación urbana y mejoramiento integral:

- Cisterna: 0.25 m3 por cada m2 de construcción.
- Características de la vivienda rural: Vivienda aislada.
  - Localizada fuera del casco urbano de la isla (North End)
  - Ubicadas en terrenos productivos para el uso agropecuario y turístico
  - Volumetría conservando la tipología de la arquitectura tradicional o vernácula.
  - Construcciones en materiales tradicionales; la estructura de soporte puede ser en concreto o madera; los pisos o placas de entrepiso en madera, los muros internos serán en madera con elementos en mampostería que no superen el 20% del área construida.
  - Altura máxima de dos pisos con altillo (aprovechamiento de cubierta)
  - El manejo de la cubierta será de dos o más aguas soportadas en madera.
  - Las ventanas serán batientes o guillotina en madera
  - Las fachadas y muros perimetrales serán en madera
  - Área mínima predial de 300 mts2
  - Área de construcción entre 40 y 80 mts2
  - Este programa está dirigido a las personas de los estratos 1, 2 y 3.
  - Para el mejoramiento de estas viviendas se deberá tener en cuenta un promedio del 50% del área construida.

Las características evaluadas fueron determinadas a partir de las diferentes visitas realizadas a viviendas de interés social en construcción y construidas.

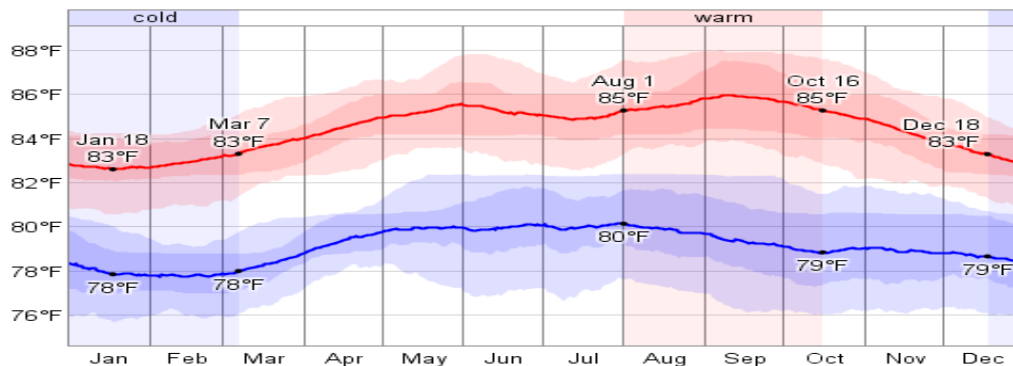
#### 6.1.3.4. Entorno ambiental en el que se desarrolla la VIS en San Andrés Islas.

En la actualidad en la isla de San Andrés, no se han desarrollado proyectos para la construcción de viviendas de interés social nuevas como tal, los proyectos asociados a este tipo de viviendas han sido desarrollados para el mejoramiento de las viviendas de los niveles 1 y 2 del SISBEN.

Sin embargo en la Isla de Providencia y Santa Catalina, se desarrolló un proyecto para la construcción de 20 VIS nuevas, a partir de las características citadas a continuación podemos determinar el entorno ambiental tratado.

En relación a la climatología del lugar, se toman los registros de la información reportada por el Sistema de Información Nacional Ambiental, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2004), que ha desarrollado sus estudios a lo largo de 25 años en el aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla y que son representados en forma gráfica a continuación.

Gráfica 6 Temperatura (°F)



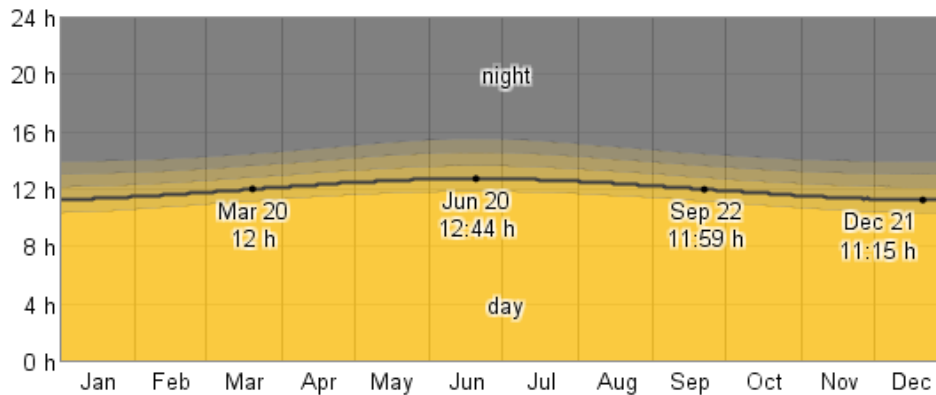
La grafica muestra las oscilaciones térmicas diarias a lo largo del año mostrando las temperaturas de altas como de bajas Fuente: IDEAM. Aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla.

Temperatura: el promedio diario de temperatura representa tanto la temperatura baja (azul) y alta (rojo) con bandas de percentil (banda interna del 25 al percentil 75, banda exterior del 10 al percentil 90) es una mínima 25 °C y una máxima a 31 °C, lo que indica una oscilación media a lo largo del año de 6 grados, los meses más calurosos del año son entre agosto y septiembre con oscilaciones permanentes a lo largo del año.

Brillo solar:

La longitud del día no varía sustancialmente a lo largo del año, permaneciendo dentro de los 45 minutos de 12 horas en todo el territorio, el día más corto es 21 de diciembre con 11:15 horas de luz solar, el día más largo es 20 de junio con 12:44 horas de luz solar.

Gráfica 7 Horas diarias de sol y crepúsculo



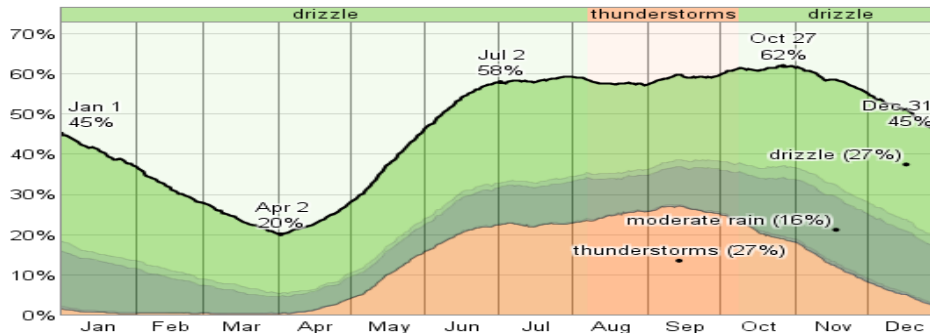
La grafica muestra los días del año de mayor brillo solar donde los días son más largos Fuente:

IDEAM. Aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla

El número de horas durante las cuales el sol es visible (en negro), con diversos grados de la luz del día, el crepúsculo y la noche, indicado por las bandas de color. la parte inferior (la mayor parte amarilla) hacia arriba (la mayoría de gris): plena luz del día, el sol crepuscular (el sol es visible, pero menos de 6 ° desde el horizonte), el crepúsculo civil (sol no es visible, pero es inferior a 6 ° por debajo del horizonte), crepúsculo náutico (el sol es entre los 6 ° y 12 ° bajo el horizonte), el crepúsculo astronómico (el sol es entre 12 ° y 18 ° bajo el horizonte), y toda la noche.

Precipitación: La probabilidad de que se produzca la mayor precipitación es alrededor Octubre, que se relaciona con el 62% de los días. La precipitación es menos probable en torno a abril, que se produce en el 20% de los días.

Gráfica 8 Precipitación



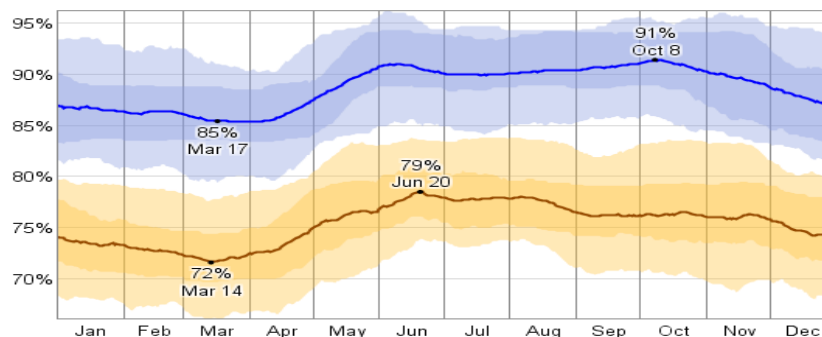
En la gráfica se puede observar los meses del año relacionados con las probabilidades de precipitación. Fuente: IDEAM aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla.

Por ende las precipitaciones más severas se asocian al mes de octubre con promedios de precipitación de 324mm, mientras que el menos lluvioso es marzo y abril con una precipitación de 77mm, los picos de precipitación media alta son los meses de junio a noviembre.

Humedad relativa.

La humedad relativa varía típicamente de 72% (húmedo) a 91% (muy húmedo) en el transcurso del año, para ningún caso es inferior a 66% (ligeramente húmedo).

Gráfica 9 Humedad relativa



La gráfica muestra la variación de la humedad relativa a lo largo del año Fuente: IDEAM aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla.

Según PGIRS resol (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos) de Providencia y Santa Catalina Islas (2010) la región climática donde se encuentran la islas se puede decir que están ubicadas en un régimen tropical húmedo – seco, con una distribución mono modal con una época seca predominantemente entre enero y abril, y una lluviosa de mayo a diciembre. El régimen climático y de precipitaciones puede clasificarse dentro del sistema Stranler como costas de barlovento o litorales de vientos alisios.

Según Hurtado y Saavedra (2010) de acuerdo al índice hídrico de Thornwaite las islas se encuentran en el rango de clima seco a sub-húmedo, según la clasificación climática de Caldas Lang el clima es cálido semiárido.

En cuanto a su geología, el departamento de San Andrés Islas es de origen volcánico Andesítico extinguido del periodo Mioceno, que le da origen a su aspecto montañoso las elevaciones más altas alcanzan 130 m.s.n.m. en el centro de la isla.

“Gran parte del litoral también es de origen volcánico pero algunas partes de éste son coralinas como resultado del movimiento de la plataforma en eras geológicamente recientes (IGAC, 1972)”.

Con estas características climáticas y ambientales del sector el Cove de San Andrés Islas, es necesario el uso de materiales alternativos y diseños arquitectónicos que sean capaces de mejorar los estándares de comodidad para una población por unidad residencial superior a 4 personas.

#### 6.1.3.5. Visita a viviendas de interés social en construcción.

Se realizó el reconocimiento interior de la construcción en dos fases: la primera fase fue el reconocimiento técnico de la construcción de vivienda de interés social prioritario en disposición multifamiliar y la segunda fase fue la visita a viviendas unifamiliares prioritarias (anexo 2).

##### Espacios:

Los espacios encontrados en las dos visitas difieren en sus áreas, las áreas están determinadas por el decreto 2060 del 24 de junio de 2004, el cual determina para viviendas unifamiliares el área de 35m<sup>2</sup> como mínimo, mientras que en el proyecto de metro vivienda encontramos un área de 48m<sup>2</sup>, la distribución interior en esta área está determinada de la siguiente manera:

Área de construcción 6.9m X 6.9 m, el grosor de los muros interiores es de 0.29m.

Baño: El área del baño es de 2m X 1.6 m, tiene espacio para una ducha, una taza y un lavamanos, estos aditamentos no tienen ningún tipo de concepto ambiental, la cisterna del inodoro tiene una capacidad de 10 litros.

Vivienda de 2 alcobas: 2.9 m x 2.9m cada una.

Cocina: 2.9m x 2.9m, con un mesón en concreto y cemento.

Acabados: los acabados observados a este momento de la visita no existen, las adecuaciones y terminados los tiene que proveer el propietario con la

Áreas comunes: En este caso son las escaleras, zonas habilitadas para parqueaderos, espacios planeados para zonas verdes, área mínima de vacío 9.00 metros cuadrados estimados para este proyecto y patio o retiro es de (3.00) tres metros.

##### Redes Sanitarias:

Las redes sanitarias observadas son en material de PVC, tubería de cuatro pulgadas (4") sanitaria son para eliminación de aguas negras.

Para las redes hidráulicas de transporte de agua potable se utiliza tubería PVC de media pulgada (1/2”) y para terminar el sistema existe una tubería de ventilación que utiliza tubería PVC de dos pulgadas (2”).

Elementos de construcción:

Tabla 10 Elementos de construcción

<b>MATERIALES</b>	<b>TIPO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>
<b>Bloque arcilla cocida,</b>	Estructural clase A	En ladrillo hueco.
<b>Mampostería estructural</b>	Ladrillo y concreto tipo A –B	Unión de vigas de construcción hechas con concreto y acero corrugado de 4.2mm.
<b>Placa</b>	Placa lista	Perfiles metálicos, con luz máxima de 4.20m, con soporte de 300psi (concreto de endurecimiento).
<b>Concreto relleno de celdas</b>	Tipo B,	Revestimiento de 20 a 25 cm, con resistencia de 17.2Mpa, periodo de mezclado 3-10 minutos.
<b>Barra de refuerzo corrugado</b>	Barra acero corrugado número 3.	Diámetro nominal de 4.22 mm, grado 40.
<b>Pisos</b>	Base de concreto fundido	Concreto tipo a de 0.08m de espesor.

Fuente: Metro Vivienda

Para las dos fases de reconocimiento interior se hizo un checklist (anexo 3), ajustándola a las necesidades del proyecto para las viviendas prioritarias unifamiliar y multifamiliar.



#### 6.1.3.6. Determinación del módulo de consumo para los habitantes de El Cove.

La determinación de los módulos de consumo, buscó realizar una valoración cuantitativa estableciendo el gasto promedio de agua de los habitantes del sector El Cove, para la realización de sus actividades diarias como lo son por ejemplo: baño, lavado de ropa, consumo, etc.

Para la determinación del módulo de consumo, se intentó utilizar el promedio de las lecturas periódicas a los contadores de las viviendas seleccionadas como espacio muestral, sin embargo, se encontró que en la mayoría de las viviendas existe una derivación antes de la llegada al medidor, razón por la cual no se podía evaluar el consumo real en la vivienda y por ende el registro del consumo. Lo anterior impidió aplicar el método propuesto.

En consecuencia se adoptó la encuesta como mecanismo de recopilación sistemática de información, esta encuesta se diseñó con el objetivo de obtener información acerca de la regularidad con que se suministra el agua, el volumen, el tipo de almacenamiento utilizado en la zona, así como también los tipos de sistemas para la captación de aguas lluvias.

El siguiente paso fue la realización de un análisis estadístico básico para la determinación de la representatividad del espacio muestral seleccionado. Posteriormente a la información obtenida en campo a través de visitas técnicas se evaluó el consumo de agua promedio en El Cove y la dotación para la zona en estudio. Este parámetro también permitió determinar la demanda de agua diaria para la realización de las distintas actividades domésticas.

Por último se compiló la información para su evaluación mediante la elaboración tablas y graficasen Excel y a partir de los resultados obtenidos se determinó la dotación promedio para la zona.

La determinación del módulo de consumo se desarrolló en tres etapas, las cuales se presentan a continuación:

### **Diseño de la encuesta.**

En esta etapa se propuso una encuesta (anexo 4), donde fue posible evaluar el consumo de agua potable en la zona.

### **Desarrollo de visitas**

Se determinó el tamaño de la muestra y posteriormente la programación de tres visitas técnicas previas a viviendas de la zona, como ensayos para el ajuste de la encuesta y la optimización de los resultados en la recopilación de la información de interés.

Para la determinación del espacio muestral, se aplicó la ecuación que plantea Hernández (2010) en función de la población estudio, representada por la ecuación:

$$n = Z_{\alpha}^2 * \frac{N * p * q}{1^n(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n =Tamaño de la muestra.

$Z_{\alpha}$  =Nivel de confianza elegido (para este estudio es del 95%, donde  $Z_{\alpha}$  tiene un valor de 1.96).

N = Universo de número de usuarios totales. 30 casa total sector el Cove

p = Proporción en que la variable estudiada se da en la población (0.5).

q = 1-p (0,5).

I = Error de estimación (10%).

$$n = 1.92_{\alpha}^2 * \frac{30 * 0.5 * 0.5}{0.1^2(30 - 1) + 1.96_{\alpha}^2 * 0.5 * 0.5} = 22.86$$

Para que fuese representativa la encuesta se evaluaron 22 viviendas de las 30 existentes en el sector de El Cove minimizando la dispersión de la información.

### **Determinación del módulo de consumo.**

La información obtenida durante el desarrollo de las visitas estableció el consumo de agua promedio por persona para la zona. Para la recolección de la información se tuvieron en cuenta las siguientes observaciones:

1. Frecuencia aproximada con la cual que es llenado el tanque de almacenamiento.
2. Volumen del sitio de almacenamiento junto con su registro fotográfico.
3. Determinación del tipo y frecuencia de suministro de la red pública (semanal, mensual, diario) y frecuencia.
4. Determinar si el agua empleada para el consumo es diferente a la captada relacionando dentro de las observaciones la fuente y el volumen aproximado captado.

Para la recopilación de la información, fue necesaria la estandarización de la unidad de medida en balde de PIGTAIL de 5galones, el cual es equivalente a 18,927059 litros aproximadamente (anexo 5). Esta consideración se adoptó, a partir de observaciones a la comunidad de San Andrés Islas, dado que este balde es empleado en la mayoría de las actividades donde es captada el agua.(anexo 14).

Los resultados obtenidos e investigación arrojaron que para el sector el Cove, el consumo promedio de agua es de 64.68 l/Hab-día, es decir la dotación y la oferta disponible se encuentran en función del tipo o unidad de almacenamiento disponible, debido a que una cisterna posee una mayor capacidad que un tanque. La investigación arrojó que en promedio una cisterna posee un volumen  $9.43\text{m}^3$ (Ver gráfica 10).

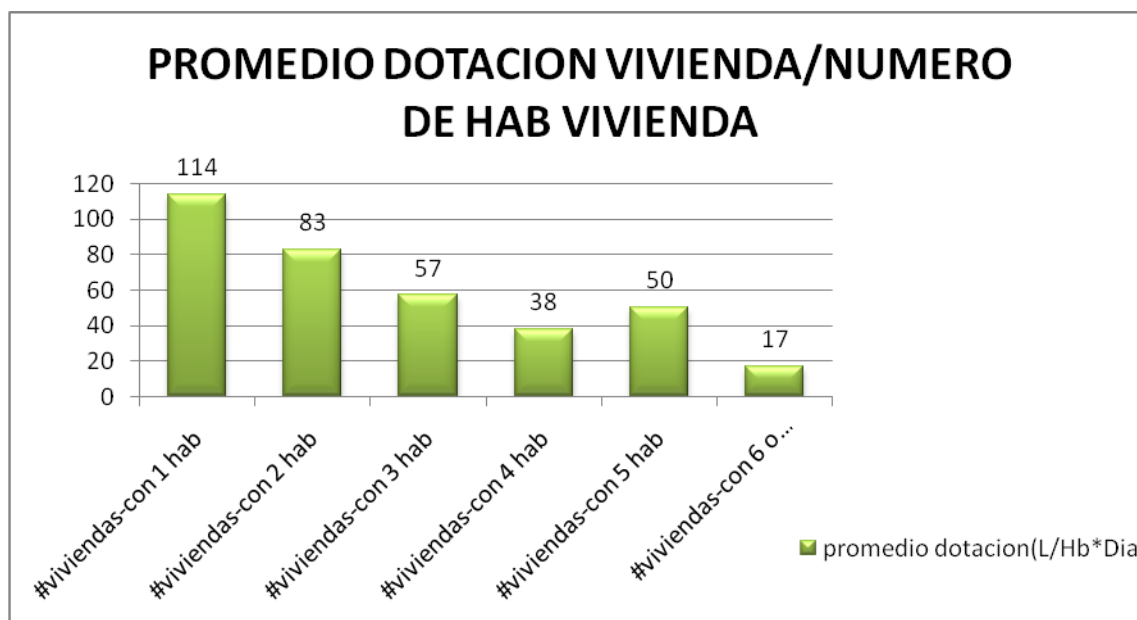
Gráfica 10 Métodos de acumulación de aguas lluvias.



La gráfica muestra dos sitios de almacenamiento de aguas lluvias comúnmente usados por los habitantes en el sector de El Cove, a la izquierda se encuentra un tanque de almacenamiento de 2000 litros y a la derecha una alberca en concreto cubierta con capacidad media de 5000 litros. Fuente: los autores

De la investigación se concluye que el consumo diario de agua para la zona se encuentra en función al número de personas por vivienda.

Gráfica 11 Dotación media El Cove.



En la gráfica se muestra la relación existente entre la cantidad de habitantes y el total de la dotación total en el sector de El Cove. Fuente: los autores

En la gráfica 11 se observa que una vivienda con una sola persona tiene un consumo promedio de 99.13 l/hab-día, lo que se considera un consumo alto en comparación a la dotación para una vivienda con 4 habitantes, la cual es de 37.98 l/hab-día. Esta diferencia se debe a que dentro de la muestra solo existen dos viviendas habitadas por una persona y la cultura familiar evita el despilfarro de agua mediante el ejercicio de actividades comunitarias.

Las características de ruralidad, así como la disponibilidad de recursos y capacidad técnica con la que cuenta la administración pública para ejecución de este tipo de proyectos, se encuentran plasmadas en el POT.

En consecuencia, se realizó un análisis comparativo de las VIS en función de las sus características más representativas.

## 6.2. Descripción Arquitectónica del Proyecto

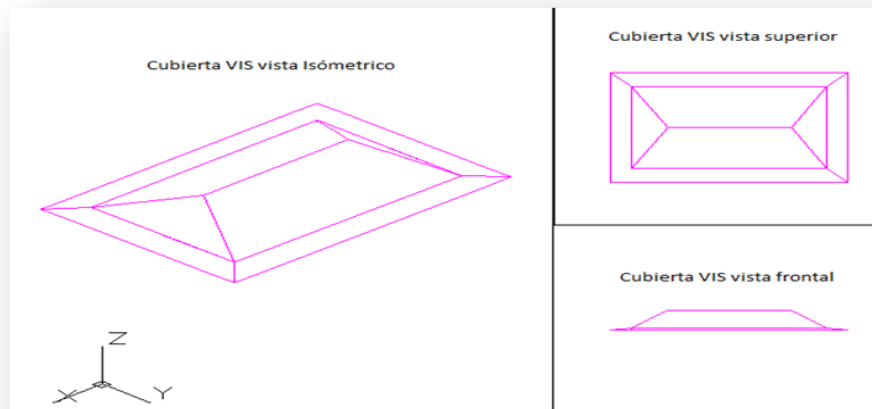
Para la vivienda de interés social rural unifamiliar se plantea una vivienda que tenga la capacidad de habitar cuatro personas y orientada en sentido oriente-occidente, lo cual permite un mayor aprovechamiento de la luz solar en el transcurso del día y un mayor flujo del viento, debido a la influencia predominante de los vientos alisios que provienen del noreste generando en la vivienda una buena ventilación (ver plano 1).

### 6.2.1. Servicios del proyecto arquitectónico

Los servicios con los que contará el proyecto arquitectónico son los siguientes: una cocina equipada con un lavaplatos y ubicada en el exterior de la vivienda en su extremo occidental respecto a la vía de acceso, un baño con sanitario, lavamanos, lavadero y una ducha. Cada unidad se encuentra dispuesta de forma independiente lo que optimiza la distribución del espacio.

La cubierta está diseñada a cuatro aguas, con una proyección en la cubierta de 1.5m fuera de la vivienda en voladizo, lo que aumenta la eficiencia en captación de la precipitación debido a que brinda la posibilidad de realizar la captación en todas las direcciones posibles, se manejaron pendientes suaves entre 15 y 35 grados, reduciendo la velocidad del agua de tal forma que se eviten las salpicaduras al llegar al canal de conducción del sistema de aguas lluvias además de generar la menor resistencia al viento con el fin de prever el riesgo de pérdida de la cubierta de la vivienda por acción de los vientos huracanados u otro evento asociado a este riesgo.

Gráfica 12 Vista isométrica cubierta.



En esta gráfica se puede observar la cubierta en vista isométrica, frontal y superior a 4 aguas y con voladizo de 1.5 metros en el entorno. Fuente: los autores.

La vivienda cuenta con ventanas en cada una de las fachadas, permitiendo la buena circulación del aire, la estructura de la vivienda propuesta será construida en Plycem, en forma de módulos con parales de refuerzo y ubicado sobre pilotes de concreto de 60 cm de alto, 30cm de largo por 30cm de ancho.

La red sanitaria será situada por debajo de la vivienda que brinda la posibilidad de tener un mayor gradiente de velocidad dentro de la red sanitaria debido a que la altura de la misma permite tener una mayor pendiente de la tubería, que en últimas ayuda a mantener un flujo del agua adecuado dentro del sistema de tratamiento del efluente evitando el uso de accesorios para la impulsión del líquido.

La red hidráulica, se encuentra alimentada por un único tanque de almacenamiento bajo, que recibe las aguas, que han sido captadas por el tejado y conducidas hacia está a través de canales y una bajante, pasando por un sistema de filtrado de denominado tragante, el sistema de captación de aguas lluvias también cuenta con un sistema para minimizar la contaminación de las aguas captadas por arrastre de materiales en las cubiertas y canales como son excretas de aves, animales muertos, hojas u otros elementos.

Después de la captación de la precipitación en el tanque bajo, se alimentará el tanque elevado, ubicado sobre una estructura en concreto de 3 m de altura, mediante un sistema de arietes hidráulicos para evitar el empleo de sistemas de bombeo reduciendo costos de operación.

La red sanitaria propuesta, separa en dos ramales el sistema para mejorar el manejo de las aguas negras y grises. Estas redes son la red aprovechable y la residual.

La red aprovechable recibe las descargas de los siguientes elementos (lavadero, ducha, lavamanos), el agua generada por la red aprovechable, como lo indica su nombre será empleada para realizar la descarga del sanitario (Inodoro), esta red operara mediante un sistema de recirculación de las aguas grises, posterior al tratamiento de dichas aguas mediante una unidad de filtración.

La red sanitaria residual recibe la descarga del inodoro y el lavaplatos, por la carga contaminante presente en este vertimiento es necesario un tratamiento primario y biológico estos tratamientos constan de un trampa grasas, un pozo séptico y un pozo de absorción para finalizar el sistema.

### **6.3.FASE 2: DISEÑO DEL SISTEMA SOSTENIBLE PARA EL MANEJO DE AGUAS.**

Establecimiento de criterios y parámetros preliminares para el diseño de redes hidrosanitarias.

Respecto al diseño de la alternativa de abastecimiento sostenible para la VISR enfocada al manejo de aguas lluvias, negras y grises, se tomaron los siguientes parámetros como punto de partida para la concepción del sistema hidráulico, sanitario, de captación y de aprovechamiento de aguas:

#### **Parámetros preliminares.**

Red hidráulica:

Para la red hidráulica según Rodríguez (2006) el parámetro fundamental de diseño es la unidad de consumo (UC), que establece el volumen de agua gastada por una unidad sanitaria en función del tiempo (un lavamanos de 2 grifos en condiciones normales).

Red sanitaria:

Al igual que la red hidráulica, para el diseño de la red sanitaria se ha establecido una unidad de medición estándar que se denomina (UG) unidad de gasto, que es el volumen de agua descargada por una unidad sanitaria en función del tiempo.

**Sistema de captación de aguas lluvias:** Para la captación de aguas lluvias, los parámetros más relevantes es el área de la cubierta tanto en proyección horizontal como en proyección vertical, junto con la intensidad de lluvia.

Debido a que las dimensiones de las canales presentadas en las tablas para las canales y bajantes, se encuentran en función del área de la cubierta, la pendiente del canal y la intensidad de lluvia para la zona.

#### **Criterios.**

Los criterios a tener en cuenta son:



### 6.3.1 Diseño de redes hidrosanitarias.

Las redes hidrosanitarias están compuesta por las instalación hidráulicas y las instalaciones sanitarias.

#### 6.3.1.1. Red hidráulica.

Descripción del sistema:

Se pretende emplear una motobomba centrífuga alimentada por (energía solar) para llenar el tanque elevado, que será empleado para alimentar las unidades sanitarias a partir de la energía gravitatoria.

De acuerdo con las disposiciones de los aparatos sanitarios y sus condiciones de funcionamiento se proyecta construir una red abierta, que satisfaga en los puntos de donde se encuentren dichas unidades para que cumplan con especificaciones de caudal y presión para su funcionamiento. La red se considera abierta, tomando en cuenta que en general los aparatos sanitarios no funcionan simultáneamente y por lo tanto, no se presenta diferencias significativas en la presión entre dos puntos (ver plano 2-3).

#### **MATERIAL A EMPLEAR AGUA POTABLE:**

PVC RDE 21 – Tipo 1 – Grado 1

Tubería a presión extremo liso de 6.0 m de longitud, color Blanco, presión de trabajo 200 PSI, equivalente a 14.06 Kg/cm<sup>2</sup> a 23°C.

#### 6.3.1.2 Caudal de diseño.

Para determinar el consumo por unidad de vivienda tomaron los criterios especificados en el código colombiano de fontanería, Norma ICONTEC NTC 1500.

#### 6.3.1.3 Calculo del número de unidades.

De acuerdo a lo anterior, se trabaja en base a siete aparatos y 24 unidades de consumo lo que establece un caudal máximo probable de 0.4745 en caso de que todas las unidades operasen de manera simultánea L/s. Ver Tabla No.1

Nota: ver nexo 7

Convenciones.

Tabla 11 Unidades

ABREVIATURA	UNIDAD
DCH	DUCHA
WC	INODORO
LLVE	LLAVE
LV	LAVAMANOS
LVDERO	LAVADERO
LP	LAVAPLATOS

Fuente: Manual del Fontanero.

Tabla 12 Método Hunter modificado-predimensionamiento.

Tramo	Unidades sanitarias	UC	Q max probable (L/s)	Q max probable (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro mínimo(m)	Diámetro mínimo(In)	Diámetro nominal (In)	D EFECTIVO (m)	V real (m/s)
LP-C	1	2	0,18295	0,000183	0,01079	0,4249	1/2	0,0182	0,703
LV-C	1	2	0,18295	0,000183	0,01079	0,4249	1/2	0,0182	0,703
C-B	2	4	0,29464	0,000295	0,01370	0,5392	1/2	0,0182	1,133
DCH-B	1	2	0,18295	0,000183	0,01079	0,4249	1/2	0,0182	0,703
B-A	3	6	0,38937	0,000389	0,01574	0,6199	3/4	0,0236	0,890
LVDERO-A	1	3	0,24177	0,000242	0,01241	0,4884	1/2	0,0182	0,929
A-O	4	9	0,51454	0,000515	0,01810	0,7126	3/4	0,0236	1,176

Fuente: Hunter Modificado.

Para el predimensionamiento se emplearon las siguientes ecuaciones, con el fin de obtener un posible estimativo del caudal.

Según Rodríguez (2009) el Qmax probable se obtiene a partir de una ecuación empírica en base a unidades de consumo (UC) de los aparatos sanitarios.

$$Q_{max} (LPS) = 0.1136(UC)^{0.68}$$

Esta expresión aplica para aparatos sanitarios comunes, en el intervalo de UC entre 3-240. Para determinar el diámetro nominal se recurrió a la siguiente ecuación, pero antes es necesario convertir el caudal de LPS a m<sup>3</sup>/s.

$$D_{nominal} (m) = \sqrt{\frac{4 * Q_{maxprobable}}{\pi * V_{max} (2m/s)}}$$

Los 2m/s hacen referencia a la velocidad máxima permitida dentro de una tubería según la norma ICONTEC 1500.

Posteriormente se determinó la velocidad real dentro de la tubería con la siguiente ecuación, que debe ser menor a la velocidad máxima permitida.

$$v = \frac{4 * Q_{max}}{\pi * D^2}$$

V=velocidad m/s.

Qmax=caudal en m<sup>3</sup>/s.

D=diámetro interno en m.

#### 6.3.1.4. Volumen del diseño de reserva

Se utilizará un (1) tanque bajo, el cual alimentará el tanque elevado empleando el dispositivo de ariete, para realizar el suministro de agua por gravedad a las distintas unidades sanitarias, ubicadas sobre la red de distribución.

La determinación del volumen de reserva se efectuará teniendo como criterio el número de personas que ocupan las unidades de vivienda.

Gráfica 13 Tanque de almacenamiento



En esta grafica se observa el tanque de almacenamiento. Fuente: Colempaques Colombia.

A partir de la determinación del módulo de consumo realizada previamente para el sector del Cove, se obtuvo el resultado de la dotación promedio diaria:

Dotación: 64.68 l/día – habitante

Volumen de reserva de agua de consumo: la reserva mínima del tanque será el consumo equivalente a un día.

$$VOL(\text{diarioconsumido}) = \text{Dotacion}(\text{l/hab} - \text{dia}) * \#\text{habitantes}$$

$$\text{Vol} = 64.68 \text{ l/hab} - \text{día} * 4 \text{ habitantes} = 258.72 \text{ l/día}$$

$$\text{Vol} = 0.258 \text{ m}^3/\text{día}.$$

$$\underline{\text{Volumen total de consumo de agua diaria} = 0.3 \text{ m}^3}$$

Volumen semanal gastado por unidad familiar equivaldrá en consecuencia a:

$$\text{volumengastadounidadfamiliar} / \text{semana} = \text{m}^3 / \text{día} * 7$$

$$\text{volumengastadounidadfamiliar}/\text{semana} = 0.3 * 7 = 2.1 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Volumen total gastado por unidad familiar = 2.1 m<sup>3</sup>/semana

Volumen mínimo del tanque bajo que equivale al 60% (Volumen Total)

Volumen tanque bajo: 60/100 \* 2.1 m<sup>3</sup>

Volumen total de tanque bajo = 1.26 m<sup>3</sup>

La capacidad de almacenamiento para el tanque bajo debe ser superior a 1.26m<sup>3</sup>, en el mercado se puede encontrar en presentaciones (grafica 13 y 14).

Considerando la buena disponibilidad de los techos y las altas precipitaciones en el sector, se plantea el aprovechamiento de las aguas lluvias, para lo cual se propone ampliar el tanque de almacenamiento bajo. En virtud de lo anterior proponemos un tanque de 5000 L, que con un consumo de 2.1 m<sup>3</sup> semana por unidad familiar puede satisfacer la necesidad de 2.3 veces el agua durante 3 semanas que equivale a 20 días aproximadamente lo que está dentro de la frecuencia establecida para el suministro de la red en el sitio.

Las dimensiones del tanque bajo serán las siguientes.

Dimensiones tanque bajo

Tabla 13 dimensiones tanque 5000 litros.

Capacidad	A	B	C	D	E
5000 Lt.	173	207	218	194	215

Fuente: Colempaques

Gráfica 14 Dimensiones tanque almacenamiento



En la gráfica se puede observar como las cotas para el dimensionamiento de un tanque de almacenamiento estándar. Fuente: Colempaques Colombia.

Dimensiones tanque elevado.

Tabla 14 Dimensiones tanque 1000 litros,

Capacidad	A	B	C	D	E
1000 Lt.	91	119	128	131	148

Fuente: Colempaques.

El volumen del tanque elevado será de  $1\text{m}^3$  con lo cual se tendrá una mayor capacidad de almacenamiento.

#### 6.3.1.5. Sistema de suministro agua potable.

El sistema empleado para la alimentación de la red hidráulica es conocido como el dispositivo de ariete hidráulico, el cual aprovecha la energía del un flujo de agua en forma de presión, conocida como golpe de ariete, para impulsar parte de su caudal a una altura mayor. El empleo de este dispositivo le brinda el carácter de un sistema sostenible, debido a que no es necesario emplear energía eléctrica para su operación y también reduce costos por el empleo de sistemas de bombeo.

Según Jiménez (2010) el diseño de un ariete hidráulico se fundamenta en los siguientes parámetros, los cuales son calculados a continuación, para efectos del cálculo han sido tomados los valores mínimos con el fin de garantizar su continua operación.

Rendimiento del sistema: este parámetro se encuentra condicionado por la relación  $H/h$ , donde  $H$  es la cabeza con la cual se dispone y  $h$  es la altura a la cual se quiere elevar el líquido. Los valores de rendimiento ya han sido evaluados para la relación antes mencionada, las cuales se expresan en la siguiente tabla.

Tabla 15 Ariete.

H/h	2	3	4	6	8	10	12
R	0.85	0.81	0.76	0.67	0.57	0.43	0.23

Fuente Ariete hidráulico fundación tierra.

Donde:

**h** desnivel de trabajo: es la altura a la cual se encuentra el tanque de almacenamiento, más la mínima lámina de agua dentro de éste, que alcanza a elevar el líquido por encima del dispositivo de ariete hidráulico, hasta llegar al tanque elevado.

**H** altura de elevación: es la altura de la superficie en la cual se instala el tanque de distribución, más la máxima lámina de agua que puede alcanzar el líquido dentro del tanque elevado.

Entonces:

$$H=4,20m$$

$$h = 1m$$

$$H/h=(4,20m)/(1m)=4,20.$$

Según el resultado de la operación realizada, el rendimiento del sistema es de aproximadamente el 76%.

Caudal alimentado ( $Q_{ALIM}$ ): es el caudal de llegada al dispositivo, que genera presión positiva haciendo posible que se dé el fenómeno de golpe de ariete dentro del sistema. Suministra energía al sistema de haciendo posible su puesta en marcha.

Para la determinación del caudal a la salida del tanque de almacenamiento o que alimenta el ariete hidráulico, es necesario aplicar la ecuación de energía.

$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}$$

Donde:

$Z_A$ = altura mínima disponible 0,194 m (equivalente al 10% de la altura del tanque de almacenamiento).

$P_A/\gamma = 0$  (presión atmosférica)

$V_A^2/2g = 0$  (velocidad en superficie del líquido)

$Z_B = 0$  (cota)

$P_B/\gamma$  = presión en la salida del tanque de almacenamiento o alimentación del ariete, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \rho * g * h$$

$\rho$  densidad del agua ( $\text{Kg/m}^3$ )=1000  $\text{Kg/m}^3$

$g$  gravedad ( $\text{m/s}^2$ )=9,8  $\text{m/s}^2$

$h$  altura mínima disponible 0,194 m.

$$P = (1000 \text{Kg/m}^3) * (9,8 \text{m/s}^2) * (0,194 \text{m})$$

$$P = 1902,2 \text{ N/m}^2$$

$V_B^2/2g =$  (velocidad a la salida del tanque de almacenamiento, esa es obtenida mediante la siguiente operación:



$$V_B = \sqrt{\left(Z_A - \frac{P_B}{\gamma}\right) * 2g}$$

Entonces:

$$V_B = \sqrt{\left(0,194 - \frac{1901,2}{1000}\right) * 2(9,8)} = 0,0622 \text{ m/s}$$

Caudal alimentado: el caudal mínimo que puede ser elevado por el sistema. Se determina de la siguiente forma:

Donde:

Q caudal (L/s)

A area (m<sup>2</sup>)

$$Q_{(ALIM)}: \left(\frac{m^3}{s}\right) = V(m/s) * A(m^2)$$

Según especificaciones técnicas de Jiménez (2010), para la construcción de arietes hidráulicos la tubería de salida debe ser de 1":

Entonces:

$$Q_{ALIM} (m^3/s) = (0,0628 \text{ m/s}) * (0,00071629 \text{ m}^2) = 4,461 \text{ E}^{-05} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ALIM} (\text{L}/\text{min}) = 2,677059 \text{ L}/\text{min}$$

Caudal elevado ( $q_{elev}$ ): es el caudal que entra al ariete hidráulico, para ser impulsado hacia el tanque de distribución. Este valor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q_{ELEV} = R * Q * H/h$$

$$q_{ELEV} = (75\%) * \left(\frac{2,67 \text{ L}}{\text{min}}\right) * \frac{4,20}{1}$$

$$q_{ELEV} = 0,478 \text{ L}/\text{min}$$

El sistema diseñado permite elevar el líquido hasta una altura de de 4,20m, con un caudal de 0,478 l/min y una eficiencia del 75%, considerando la mínima lámina de agua que puede alcanzar el líquido dentro de la unidad de almacenamiento. En consecuencia, para el llenar el tanque de distribución con un volumen de 1000 litros y con caudal de suministro de 0,478 l/min, tomará un tiempo de 478,05 minutos lo que equivale a 8 horas aproximadamente. Lo anterior garantiza el suministro de agua, incluso cuando el agua dentro del tanque de almacenamiento solo alcance el 10% de la altura útil dentro del mismo.

#### 6.3.1.6.Cálculo del diámetro de la acometida

La instalación de la acometida será opcional para este tipo de viviendas. En caso que esta vaya a ser instalada, se debe determinar el caudal de suministro al tanque. Se considerará un tiempo de llenado de tres (3) horas, el cual es el tiempo promedio de duración de suministro de la red pública.

$$Q_{\text{diseño}} = \frac{\text{Volumen tanque almacenamiento (L)}}{t_{\text{llenado (s)}}$$

Caudal de diseño = 5000 l/10800 seg.

Caudal de diseño = 0.46 l/seg.

Para medir el gasto en caso que se desee hacer parte de la red pública, se emplearía un medidor Kent JSM de 1", de caudal nominal de 0.92 l/seg., con una pérdida de 0.40 m.c.a. y trabajando con el 50 % de su capacidad nominal, según las especificaciones técnicas del fabricante.

Este es el medidor suministrado por la empresa prestadora del servicio de acueducto para la Isla de San Andrés PROACTIVA.

### 6.3.1.7. Pérdidas unitarias por medio de fricción.

Las pérdidas por fricción fueron calculadas a partir del criterio en el que en la acometida, se establece que los accesorios empleados suman el 15% de la longitud total de la misma.

Caudal de diseño = 0.46 L/s.

Longitud de tubería = 7.84 m

Longitud de accesorios = 15% longitud de tubería =  $7.84 \times 0.15 = 1.176$  m

$$L_{total} = L + L_{accesorios}$$

Longitud Total = 9.016 m

### 6.3.1.1.6 Altura disponible para pérdidas

Hace referencia a las pérdidas dentro del sistema, expresadas en altura de m.c.a, las cuales se pueden generar sin que se ocasione falla en la operación del sistema. Las pérdidas por fricción y accesorios expresadas en m.c.a deben ser menores que la altura disponible para pérdidas para garantizar la correcta operación del sistema.

Presión de diseño = 5.0 m

Perdida en el medidor = 0.40 m

Presión suministrada en el punto de entrega (tanque bajo) = 2.0 m

$$A_{disponible} = P_{diseno} - perdidas_{medidor} - P_{entrega}$$

Altura disponible =  $5.0 - 0.4 - 2.0 = 2.6$  m

$$Perdidas_{disponibles} = \frac{altura_{disponible}}{L_{total}}$$

Perdidas disponibles =  $2.6/9.016 = 0.288$  m/m

### 6.3.1.8 Perdidas por fricción.

Reemplazando en la fórmula de Hazen – Williams dada en el Manual Técnico de Pavco, las pérdidas por fricción son obtenidas en m/m teniendo en cuenta la longitud total del tramo:

$$S = (0.0985 \times Q^{1.85}) / D^{4.866} / 100$$

$$S = \frac{\frac{0.0985 \times Q^{1.85}}{D^{4.866}}}{100}$$

Donde:

S: Pérdida de presión en m/100 m

Q: Flujo en Galones por minuto (GPM)

D: Diámetro interior en pulgadas

El factor 0.0985 incluye el valor de C= 150

$$S = \frac{\frac{[0.0985 \times (7.2)^{1.85}]}{(3/4)^{4.866}}}{100}$$

$$S = 0.15 \text{ m/m}$$

$$\text{Pérdidas totales} = 9.016 \text{ m} \times 0.15 \text{ m/m}$$

$$\text{Pérdidas totales} = 1.3524 \text{ m}$$

Velocidad

$$V = \frac{1.973 * Q}{(3/4)^2}$$

$$V = (1.973 \times Q) / D^2$$

Donde:

V: Velocidad m/s

Q: Flujo en litros por segundo (l/s)

D: Diámetro interior en pulgadas

$$V = (1.973 \times 0.19) / (3/4)^2$$

$$V = 1.62 \text{ m/s}$$

Entonces, la acometida tendrá las siguientes condiciones:

Diámetro de la acometida: 3/4"

Velocidad : 1.62 m/s

Pérdida disponible : 0.753 m/m

Pérdida total : 1.35 m

C: 150

Se cumple la relación expresada con anterioridad, donde se establece que la altura disponible para pérdidas debe ser mayor a las pérdidas dentro del sistema por fricción.

Altura disponible para perdidas > pérdidas totales

$$2.6\text{m} > 1.35\text{m (Ok)}$$

#### 6.3.1.9. Condiciones de la alimentación.

Los parámetros de diseño respecto al diseño de redes hidráulicas y sanitarias fueron obtenidos a partir de la norma ICONTEC 1500, donde se establecen las características que deben tener dichos sistema para su correcta operación.

De acuerdo con lo anterior, se adoptan las siguientes condiciones.

La velocidad máxima en la red será de 2 m/s.

La velocidad mínima en la red será de 0,8 m/s.

La presión mínima disponible a considerar para el diseño de la red es de 3 m.c.a, que es la altura a la cual estará ubicada la estructura en concreto (plataforma) para el soporte de los tanque elevados. Para efectos de comprensión, se entiende por valor de presión a la salida, la presión en m.c.a mínima para la correcta operación del aparato sanitario desfavorable. El caudal de diseño está determinado por el método de Hunter modificado. (Norma ICONTEC1500 – Código Colombiano de Fontanería).

### 6.3.2.0 Alimentación del sistema.

La alimentación del sistema será por gravedad.

#### RUTA DEL APARATO SANITARIO DESFAVORABLE.

La determinación de la ruta del aparato sanitario desfavorable, se establece identificando la unidad sanitaria con mayor necesidad de presión para su operación que para este caso será la ducha.

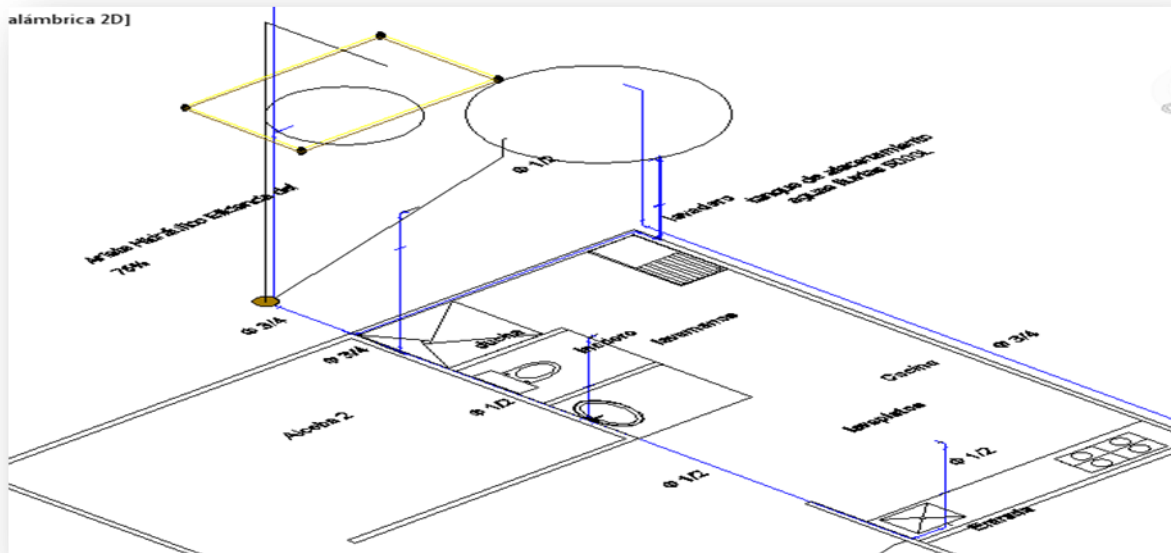
El valor de 1,5 m.c.a según Rodríguez (2009), hace referencia a la presión mínima a la cual puede operar una ducha.

Tabla 16.Ruta crítica modelo tipo VISR para El Cove.

TRAMO	UNIDADES	GASTO L/s	VELOCIDAD m/s	C	D In	D m	LONGITUD			PERDIAS POR FRICCION	PERDIDAS POR ACCESORIOS	PERDIDA TOTAL	PRESION DE SALIDA(m.c.a)
							Ly	Lx	Ltot				
DCHA													1,5
DCHA-B	2	0,1830	0,7033	150	3/4	0,023	2	0,2	2,2	0,06699	0,56	0,62699	2,127
B-A	2	0,1830	0,7033	150	3/4	0,023	0	0,55	0,6	0,01674	0	0,01674	2,144
A-O	5	0,3435	0,8901	150	3/4	0,023	0	1	1	0,04642	0,36	0,40642	2,550

Fuente: los autores.

Gráfica 15 Vista isométrica red hidráulica



En esta grafica podemos observar la red hidráulica, en vista isométrica además de sus diferentes componentes y diámetro de tubería para cada acometida. Fuente: autores.

De acuerdo al trazado de la ruta crítica y a la nomenclatura utilizada para identificar los tramos de la red de distribución, se determinaron los datos que se presentan en la tabla 16.

Al sumar las pérdidas por los accesorios y la fricción, a los 1,5 m.c.a mínimos requeridos para la operación de la ducha, es obtenido el valor de 2,550 m.c.a, esto significa que para que la ducha pueda operar con el requerimiento mínimo de presión, el tanque de distribución debe estar ubicado a una altura mayor que los 2.550m.c.a, partiendo de que la unidad m.c.a es equivalente a metros verticales de altura en forma de presión, generada por un fluido .En este caso el sistema de alimentación y distribución para la diseñada VISR se encuentra a 3m de altura, brindándole 0,459m más de cabeza de presión en m.c.a.

Las pérdidas dentro del sistema son determinadas mediante el empleo de la ecuación propuesta por Rodríguez (2009), la cual incorpora la ecuación de Darcy-Weishback:

$$h_f = 0,0811 \frac{V^{1,811} \nu^{0,189}}{D^{1,189}} L$$

Donde:

V: velocidad (m/s).

$\nu$ : viscosidad cinemática del fluido según su temperatura (m<sup>2</sup>/s).

D: diámetro de la tubería (m).

g: aceleración de la gravedad (9,806m/s<sup>2</sup>).

Las pérdidas por accesorios fueron calculadas mediante la aplicación del método de longitudes equivalentes. Las tablas son presentadas en el anexo 7 para pérdidas por accesorios. Los coeficientes de los accesorios empleados en el diseño de la red son presentados a continuación.

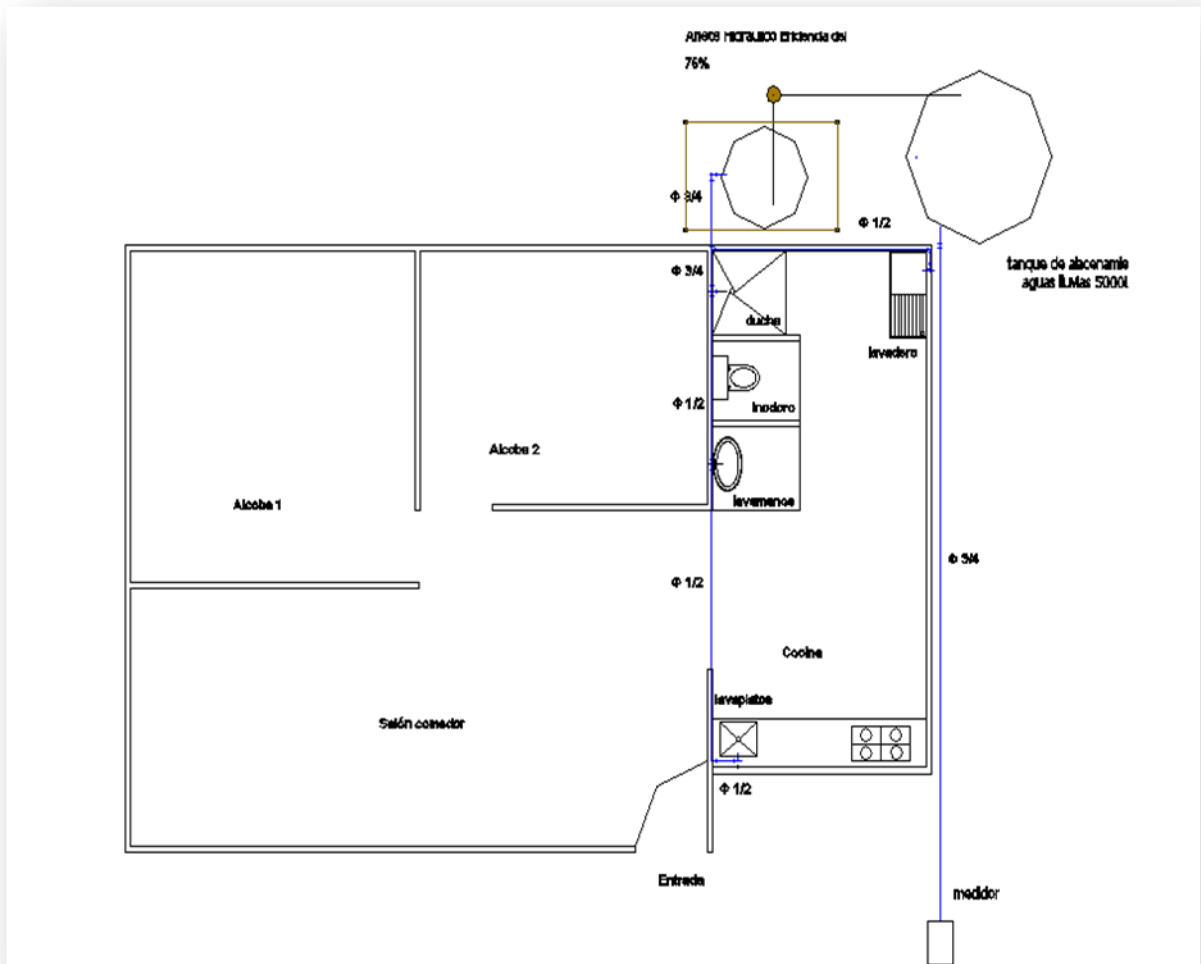
Tabla 17 Tramos accesorios

<b>Accesorios tramos</b>						
<b>Tramo</b>	<b>C (PVC)</b>	<b>Accesorios</b>	<b>D (in)</b>	<b>Número acc</b>	<b>L equiv (m)</b>	<b>Pérdidas totales (m)</b>
<b>DCHA-B</b>	150	TPD	3/4	1	0,36	0,36
		CODO90	3/4	1	0,2	0,2
<b>B-A</b>	150	N/A	3/4	0	0,29	0
<b>A-O</b>		TPD	3/4	1	0,36	0,36

Fuente: los autores



Gráfica 16 Vista planta red hidráulica



En esta gráfica se puede observar la red hidráulica en planta. Fuente: los autores

#### RUTA DEL APARATO SANITARIO MÁS LEJANO

Para identificar si la cabeza de presión disponible en la distribución, se encuentra por encima del requerimiento mínimo de presión para su operación, se sigue la misma metodología aplicada anteriormente, en la determinación de la ruta del aparato sanitario desfavorable. Para este caso las pérdidas por accesorios y fricción son restadas a la altura de tanque de almacenamiento.

Tabla 18 Ruta aparato mas lejano.

TRAMO	UNIDADES	GASTO L/s	VELOCIDAD m/s	C	D in	D m	LONGITUD			PERDIAS POR FRICCION	PERDIDAS POR ACCESORIOS	PERDIDA TOTAL	P EXTRMO (mca)
							Ly	Lx	Ltot				
LP													3
LP-C	2	0,183	0,7033	150	1/2	0,02	0,85	4,47	5,32	0,22184	1,08	1,30184	1,698
C-B	4	0,294	1,1326	150	1/2	0,02	0	2,4	2,4	0,23485	0,2	0,43485	1,263
B-A	6	0,389	0,8901	150	3/4	0,02	0	0,62	0,62	0,02878	0,29	0,31878	0,945
A-O	9	0,514	1,1763	150	3/4	0,02		1	1	0,07646	0,58	0,65646	0,288

Para este caso, el tramo comprendido entre LP hasta A-O, se observa al final de la tabla 18 el valor de 0,288 m.c.a, que es el exceso de presión con la que se cuenta para la operación de esta unidad.

Tabla 19 Pérdidas por accesorios aparato más lejano.

Accesorios tramos						
Tramo	C (PVC)	Accesorios	D in	Numero acc	L equiv(m)	Pérdidas totales (m)
LP-C	150	CODO 90	½	3	0,36	1,08
C-B	150	TPD	½	1	0,2	0,2
B-A	150	TPD	¾	1	0,29	0,29
A-O	150	TPD	¾	2	0,29	0,58

Fuente: los autores

### 6.3.2.1 Instalaciones sanitarias.

Los desagües finales se colocarán en línea recta y los cambios de dirección o pendiente se harán por medio de cajas de inspección. Los empalmes finales de los ramales de desagüe se harán con ángulo no mayor de 45° La pendiente de los ramales de desagües será uniforme y no menor al 1% si el diámetro es igual a 3". Las tuberías de desagües deben funcionar a flujo libre o canales y en condiciones uniformes; por lo cual, se calculara las tuberías con un 75% de su capacidad.

### 6.3.2.2 Caudal de descarga

Los desagües finales se colocarán en línea recta y los cambios de dirección o pendiente se harán por medio de cajas de inspección. Los empalmes finales de los ramales de desagüe se harán con ángulo no mayor de 45°. La pendiente de los ramales de desagües será uniforme y no menor al 1% si el diámetro es igual a 3". Las tuberías de desagües deben funcionar a flujo libre o canales y en condiciones uniformes; por lo cual, se calculará las tuberías con un 75% de su capacidad.

#### 6.3.2.2.1 Caudal de descarga.

Para determinar los caudales de descarga que transporta cada tramo de la red de la edificación, es necesario determinar el número de aparatos que descargan a dicho ramal, de acuerdo a las disposiciones de la norma ICONTEC 1500. Para efectos de diseño es necesario separar la red sanitaria en dos partes, la que conduce el agua con capacidad de ser aprovechada y la que no presenta potencial de aprovechamiento, entonces las unidades quedarían de la siguiente forma:

La unidad familiar posee un solo nivel y las unidades de descarga son obtenidas a partir de tablas. Una unidad de descarga tiene el mismo valor que una unidad de consumo para la red hidráulica 1 ft<sup>3</sup>/min, por lo que el gasto será el mismo para ambos diseños. Partiendo de lo anterior obtenemos las siguientes tablas:

Tabla 20 Unidades de descarga aprovechable

<b>DETERMINACION UNIDADES DE DESCARGA RED SANITARIA APROVECHABLE</b>			
<b>APARATO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES DESCARGA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>LAVAMANOS</b>	1	1	1
<b>DUCHA</b>	1	2	2
<b>LAVADERO</b>	1	2	2
<b>TOTAL</b>	3	5	5

Fuente: los autores.

Tabla 21 Unidades de descarga residual.

<b>DETERMINACION UNIDADES DE DESCARGA RED SANITARIA RESIDUAL</b>			
<b>APARATO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES DESCARGA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>INODORO</b>	1	3	3
<b>LAVAPLATOS</b>	1	2	2
<b>TOTAL</b>	2	5	5

Fuente: los autores

#### 6.3.2.2.2 Cálculo de las unidades de desagüe

Para la determinación del consumo se usarán los criterios especificados en el Código Colombiano de Fontanería, Norma ICONTEC 1500; los cuales le asignan a la tubería de PVC un coeficiente de rugosidad de  $n = 0.009$ .

Considerando la conformación de la vivienda, se optó por trabajar el sistema de desagüe en dos ramales.

Con el objetivo de aprovechar parte del agua residual para labores de riego, presentaremos el cálculo del sistema.

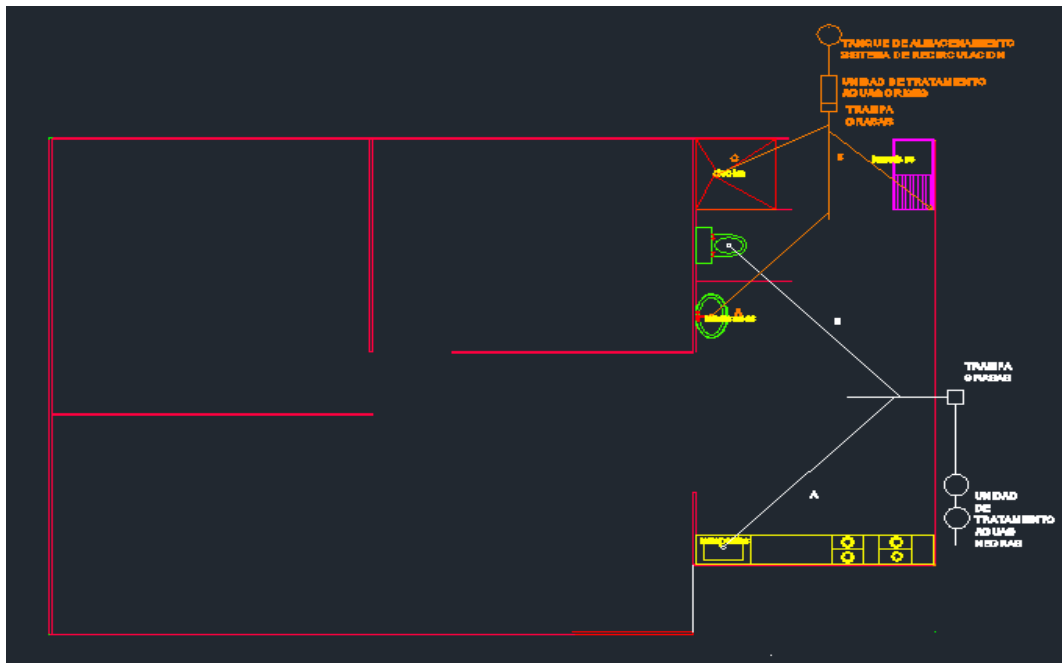
#### RED APROVECHABLE.

Duchas:	2 Un
Lavamanos:	1 Un
Lavadero:	2 Un

#### RED RESIDUAL.

Inodoro:	3 Un
Lavaplatos:	2 Un

Gráfica 17 Sistema hidrosanitario eficiente



En esta gráfica se puede observar los sistemas de recolección y tratamiento de agua lluvias grises y negras en planta. Fuente: los autores.

### 6.3.2.3 Dimensionamiento del sistema de desagüe

Los colectores tienen como función evacuar las aguas servidas para impedir olores ofensivos en las edificaciones. Los diámetros son escogidos de acuerdo al número de unidades de descarga y siguiendo las tablas de gastos anexo 8, dispuesta para tal fin.

La conversión de unidades de descarga a litros por segundo se obtiene de tablas. El sistema de desagüe trabaja por gravedad, los ramales reciben los caudales de cada uno de los aparatos y lo transportan a los colectores horizontales, para el caso que nos ocupa, los resultados de este cálculo se consignan en las siguientes tablas.

El caudal máximo probable, es obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0.1163UD^{0.6875}$$

Para el dimensionamiento de la red sanitaria son empleadas las tablas anexo 9 de capacidad a tubo lleno, donde se encuentran establecidos el caudal y la velocidad a tubo lleno dentro de la sección transversal del conducto en función de la pendiente de la misma. Nota tabla 11 parámetros de operación en función de la pendiente, caudal y tipo de material. La pendiente a emplear para el sistema de desagüe es de 1%.

Memorias de cálculo red sanitaria aprovechable.

Tabla 22 Red Sanitaria Aprovechable

RED SANITARIA APROVECHABLE											
TRAMO	CAUDAL			DIMENSION		Pendiente %	CAPACIDAD A TUBO LLENO		h (m)	COTAS CLAVES	
	Unidades Propias	Unidades Acumuladas	Q (lps)	Longitud (m)	Diametro (pulg)		Caudal (lps)	Velocidad (L/s)		Inicial	Final
A	1	1	0,12	2,08	2	1,00%	1,23	0,60	0,0208	0,00	-0,02
B	2	3	0,25	1,67	2	1,00%	1,23	0,60	0,0167	-0,02	-0,04
C	2	5	0,35	1,57	2	1,00%	1,23	0,60	0,0157	-0,04	-0,05
D	0	5	0,35	0,20	2	1,00%	1,23	0,60	0,0020	-0,05	-0,06

Fuente: los autores.

6.3.2.4 Relaciones hidráulicas red aprovechable.

Tabla 23 Relaciones hidráulicas red aprovechable

Q DISEÑO	0,35	Q <sub>0</sub> TUBO LLENO	1,23
Q/Q <sub>0</sub>	0,286		
D/φ	0,314		
V/V <sub>0</sub>	0,724		
Y/φ	0,417		

Fuente: los autores

Verificación

Tabla 24. Verificación relaciones hidráulicas red aprovechable

<b>Q</b>	<b>0.101</b>	<b>Ok</b>	<b>-----</b>
<b>D</b>	0.63	Ok	1.50
<b>V</b>	0.43	Ok	<b>-----</b>
<b>Y</b>	0.83	Ok	1.50

Fuente: los autores

MEMORIA DE CÁLCULO RED SANITARIA RESIDUAL.

Tabla 25 Memoria de cálculo red sanitaria residual

RED SANITARIA RESIDUAL											
TRAMO	CAUDAL			DIMENSION		Pendiente %	CAPACIDAD A TUBO LLENO		h (m)	COTAS CLAVES	
	Unidades Propias	Unidades Acumuladas	Q (lps)	Longitud (m)	Diametro (pulg)		Caudal (lps)	Velocidad (L/s)		Inicial	Final
<b>A</b>	3	3	0,25	3,01	2	1,0%	1,23	0,60	0,0301	-0,20	-0,23
<b>B</b>	2	5	0,35	3,03	2	1,0%	1,23	0,60	0,0303	-0,23	-0,26
<b>C</b>	0	5	0,35	0,6	2	1,0%	1,23	0,60	0,0060	-0,26	-0,27

Fuente: los autores.

6.3.2.5 Relaciones hidráulicas red aprovechable.

Tabla 26 Relaciones hidráulicas red aprovechable

Q DISEÑO	0,35	Q <sub>0</sub> TUBO LLENO	1,23
----------	------	---------------------------	------

Q/Q <sub>0</sub>	0,286
D/φ	0,314
V/V <sub>0</sub>	0,724
Y/φ	0,417

Fuente: los autores.

## Verificación

Tabla 27 Verificación relaciones hidráulicas red aprovechable,

<b>Q</b>	<b>0.101</b>	<b>Ok</b>	<b>-----</b>
<b>D</b>	0.63	Ok	1.50
<b>V</b>	0.43	Ok	<b>-----</b>
<b>Y</b>	0.83	Ok	1.50

Fuente: los autores

Observando las relaciones hidráulicas, es posible verificar el cumplimiento de lo estipulado en la norma ICONTEC 1500, donde se establece que dentro de una red sanitaria la altura de la lámina de agua no debe exceder el 75% del diámetro de la tubería.

### 6.3.2.6. Cálculos de bombeo de sistema de recirculación.

Debido a que no es posible implementar el dispositivo de ariete hidráulico, partiendo de que el tanque de almacenamiento se encuentra enterrado en el suelo, es necesario emplear un sistema de bombeo convencional. Para el cálculo del sistema de recirculación de aguas grises tratadas, la determinación de las características del sistema de bombeo, es calculada mediante el uso de tablas.

Asumiendo un empleo continuo de las unidades sanitarias pertenecientes a la red sanitaria aprovechable en un 100%, se determina el volumen de agua a almacenar para la puesta en marcha del sistema. El volumen de agua a almacenar en función del tiempo es determinada mediante la siguiente expresión proveniente del manual del fontanero NTC1500:

$$Q(m^3) = Q_{maxprobable} (m^3/s) * tiempo de almacenamiento (s)$$

$$Q(m^3) = 0.00035 (m^3/s) * 3600(s)$$

$$Q(m^3) = 1.26 m^3$$



El volumen calculado de  $1.26\text{m}^3$  hace referencia a la posible cantidad de agua a recuperar en una hora. Este sistema estará compuesto por dos tanques de almacenamiento, uno a nivel del terreno como ya se mencionó de 500 litros y otro elevado de 1000 litros, lo que eleva la capacidad de almacenamiento del sistema a  $1.5\text{m}^3$ . La bomba a emplear será sumergible de tipo automática, lo que evita el rebose del tanque que se encuentra situado en el suelo. El caudal que debe ser bombeado para hacer el llenado del tanque elevado se determina de la siguiente manera:

$$Q = \frac{1000L}{7200s} = 0.138 L/s = 0.5 m^3/h$$

Donde:

$$V=1000L$$

$$t= 1\text{hora}=3600s$$

Las características del sistema de bombeo para la recirculación de aguas grises, mantiene la misma configuración de la red potable respecto al diámetro de succión, cabeza de impulsión, velocidad de impulsión etc., igual que para la red hidráulica. (Tabla 3.2 Rafael Carmona)

Diámetro de succión =  $\frac{3}{4}$  in.

Velocidad (m/s) = 0.67

$H_v$  (m) = 0.02.

$H_f$  (m) = 0.028.

Cabeza de impulsión. (No existe)

Altura de succión (m) = 1.5

Longitud de la tubería (m) = 5 m

ALTURA DE SUCCIÓN ESTÁTICA

$$H_e = 0.30m$$

ALTURA DINÁMICA DE SUCCIÓN A.D.S:

$$A.D.S = H_e + h_f + (h_a * longitud\ de\ la\ tubería)$$

$$A.D.S = 0.30 + 0.02 + (0.028 * 5)$$

$$A.D.S = 0.46$$

N.P.S.H (CABEZA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA):

$$N.P.S.H = K - ADS$$

Valor de k para San Andrés Islas (Tabla 4.3 Rafael Carmona)

Altura sobre el nivel del mar. 0 m

Temperatura ambiente 25°C.

K=10.01

$$N.P.S.H = 10.01 - 0.46$$

$$N.P.S.H = 9.55m$$

ALTURA MÁXIMA DE SUCCIÓN:

$$A.M.S = 10.33 - (a + b + c + d + e + f)$$

Tabla (4.1 y 4.2 Rafael Carmona)

- Pérdida por temperatura (m)=0.32
- Pérdida por altura sobre el nivel del mar(m)=0.125
- Pérdida por depresiones barométricas Steel recomienda 0.36m.
- Vacío imperfecto de la bomba Steel recomienda 1.8-2.4 m
- Pérdidas por accesorios.
- Pérdidas por fricción.

$$A.M.S = 10.33 - (0.32 + 0.125 + 0.36 + 1.8 + 0.02 + 1.03)$$

$$A.M.S = 6.675m$$

ALTURA DINÁMICA TOTAL: es la sumatoria de la altura de succión y la altura de impulsión obtenida por medio del recorrido de la ruta crítica desde el aparato con más dificultad de servicio hasta la llegada al equipo de presión

$$ALTURADINAMICATOTAL = impulsion + succion$$

$$ALTURADINAMICATOTAL = 2.3$$

Características de la bomba:

Altura dinámica total (mínima)= 15m

Eficiencia del 65%

Caudal 0.138 l/s. se redondea a 2 l/s.

Potencia de la bomba en H.P 0.56

6.3.27. Diseño del sistema de captación de aguas lluvias.

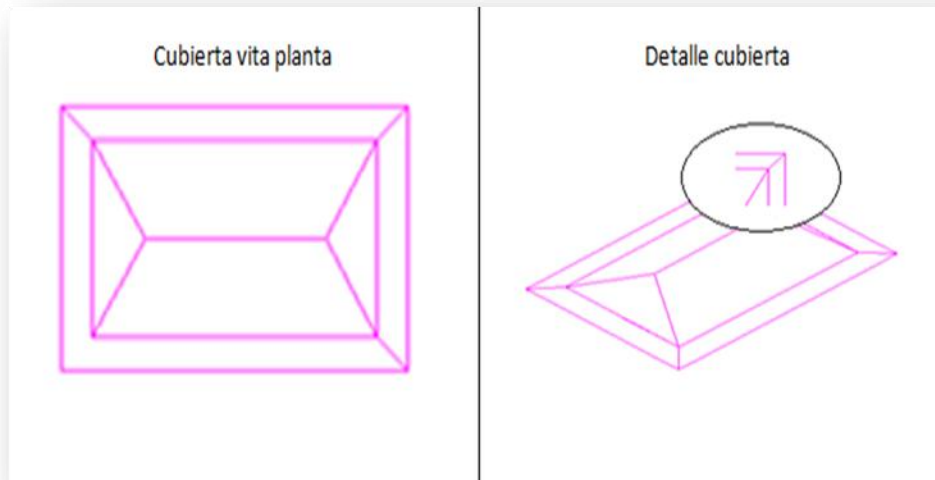
Generalidades:

Las aguas lluvias tienen un sistema de recolección independiente. Son recogidas en tuberías PVC Sanitaria instaladas fuera de las paredes (bajantes) y drenadas por gravedad hasta el tanque de almacenamiento. Los desagües finales se colocaran en línea recta y los cambios de dirección o pendiente por medio de una Yee en ángulo no mayor de 45° La pendiente de los ramales de desagües será uniforme y no menor al 1%.

**Área horizontal (Ah).** Es la proyección del tejado, vista en planta sin tener en cuenta la inclinación o distancias verticales.

$$Ah = (13.46m * 9.44) = 127.0624m^2$$

Gráfica 18Cubierta VIS



En esta gráfica podemos observar la cubierta vista en planta, con el área del volado de techo necesario para la recolección de aguas lluvias Fuente: los autores.

**Área vertical (Av).** Es la inclinación de la cubierta, se asume un 35% del área vertical debido a la posible captación por acción del viento.

$$A_v = (7 \times 7.5) \text{ m} \times 0.35 = 18.375 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área total de captación} = 127.0624 \text{ m}^2 + 44.4718 \text{ m}^2 = 171.534 \text{ m}^2.$$

#### 6.3.27.1 Cálculo del caudal de diseño.

Para determinar el caudal a drenar por la cubierta, generalmente es empleado el coeficiente de intensidad de lluvia equivalente a 100 mm/hora, el cual corresponde al valor de intensidad de lluvia comúnmente empleado en Colombia para efectos de diseño y selección de canales y bajantes. Para el sistema propuesto se tomó el valor de 150 mm/hora, con el objeto de tener un sobredimensionamiento del sistema y mejorar las condiciones de captación.

Antes de realizar la operación se determinó el caudal unitario  $i$ , para una intensidad de lluvia de 150 mm/hora.

$$I=150\text{mm/hora}-----150\text{L/m}^2/3600\text{s}-----0.0417\text{L/s}\cdot\text{m}^2$$

$$Q = C.I.A$$

Donde:

Q = Caudal

C = Coeficiente de permeabilidad

I = Intensidad

A = Área tributaria

Con:

C = 1 para cubierta

I = 150 mm/hora

A = 171.534m<sup>2</sup>.

$$Q=(0.0417\text{L/s}\cdot\text{m}^2+171.534\text{m}^2)= 7.147 \text{ l/s}$$

Para un área de 171.534y una intensidad de lluvia de150 mm/hora, se obtiene un caudal de 7.147 l/s. Con base a este caudal se calcula el sistema de canales y bajantes a emplear en el diseño propuesto.

### 6.3.27.2Dimensionamiento de canales y colectores de aguas lluvias.

Las pendientes y las dimensiones a emplear son obtenidas a partir de las tablas 28 y 29 que son presentadas a continuación.

Área aferente (es el área destinada para captación de la edificación)=171.534m<sup>2</sup>

Velocidad mínima de flujo =0.95m/s.

Las dimensiones del sistema de captación de aguas lluvias se obtienen mediante el empleo de tablas que han sido desarrolladas en función de la intensidad de lluvia, el área de recolección de aguas y el coeficiente de escorrentía en función del volumen de agua que cae en un segundo en un metro cuadrado. Teniendo en cuenta lo anterior, se obtiene:

Para la selección de las canales y bajantes de las VISR propuesta, es necesario recurrir a las tablas 26 y 27, donde el tamaño de las canales y bajantes están en función del coeficiente de intensidad de lluvia y el área de captación.

### 6.3.27.3 Canales.

Con una intensidad de lluvia de 150mm/hora, un área de 171.534m<sup>2</sup>, un coeficiente de 0.0417 l/s\*m<sup>2</sup>, una pendiente de 1% y una capacidad de 171.534m<sup>2</sup> según las tablas el diámetro de canal es de 5 pulgadas.

Tabla 28 Cálculo colectores agua

<b>TABLA DE PROYECCION HORIZONTAL EN M2 DE AREA SERVIDA. CALCULO DE BAJANTES AGUA LLUVIA</b>						
<b>DIAMETRO BAJANTES In</b>	<b>INTENSIDAD DE LLUVIA mm/Hora</b>					
	50	75	100	125	150	200
<b>2</b>	130	85	65	50	40	30
<b>2,5</b>	240	160	120	95	80	60
<b>3</b>	400	270	200	160	135	100
<b>4</b>	850	570	425	340	285	210
<b>5</b>	-		800	640	535	400
<b>6</b>	-				835	652
<b>COEF Lt/Seg/m2</b>	0,0139	0,0208	0,0278	0,0347	0,0417	0,0566

Fuente: los autores.

#### 6.3.27.4. Bajantes

Al igual que las canales, se recurrió a tablas predeterminadas para establecer las dimensiones de la bajante a emplear dentro del sistema de captación.

Tabla 29 Cálculo bajante agua lluvia

<b>TABLA DE PROYECCION HORIZONTAL EN M2 DE AREA SERVIDA. CALCULO DE COLECTORES DE AGUA (CIRCULARES)</b>										
<b>DIAMETRO COLECTORES In</b>	<b>INTENSIDAD DE LLUVIA mm/Hora</b>									
	<b>S=1%</b>					<b>S=2%</b>				
	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
<b>3</b>	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
<b>4</b>	315	230	170	135	115	400	245	245	195	160
<b>5</b>	620	410	310	245	205	875	435	435	350	290
<b>6</b>	990	660	495	395	330	1400	700	700	560	465
<b>8</b>	2100	1425	1065	855	705	3025	2015	1510	1210	1005
<b>COEF Lt/Seg/m2</b>	0,013	0,020	0,027	0,034	0,041	0,013	0,020	0,027	0,034	0,041
	9	8	8	7	7	9	8	8	7	7

Fuente: los autores

Según la tabla empleada, el diámetro de la bajante a emplear para el buen funcionamiento del sistema es de 4 pulgadas, sin embargo para efectos de diseño se empleará una de 5 pulgadas de diámetro.

#### 6.27.5 Análisis precipitación en San Andrés Islas.

La precipitación del departamento de San Andrés es única en nuestro país debido a que se encuentra ubicado en el sector occidental del mar Caribe, al noroeste del territorio continental colombiano, aproximadamente a 700 Km de la costa norte colombiana.

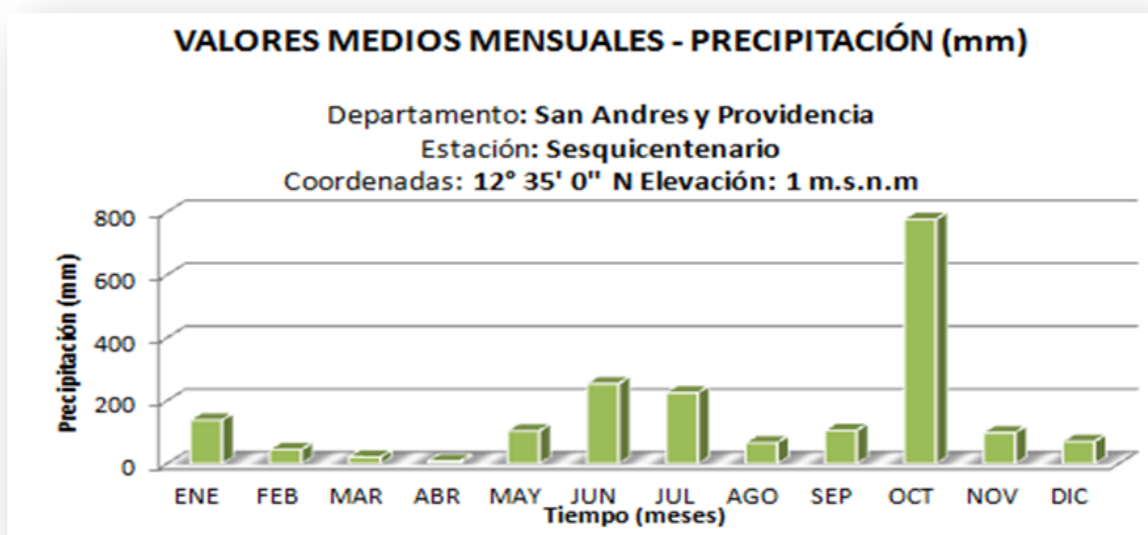
En el análisis de precipitación de la región de San Andrés se destaca la influencia de los vientos alisios provenientes del noreste, estos vientos proceden de altitudes subtropicales en

dirección al ecuador y por ende vienen cargados de humedad que determina las épocas de mayor precipitación en esta área insular.

Los periodos con más alto nivel de precipitación se identificaron en los meses de mayo a julio, y alcanzan su máximo nivel en el mes de octubre, en la grafica 19 se observan los picos más elevados de precipitación media anual multianual.

Siendo los meses de junio, julio y octubre los de mayor precipitación.

Gráfica 19 valores precipitación anual multianual de San Andrés y Providencia.



En esta grafica se puede observar el comportamiento de la precipitación desde 1985 a 2011 en la estación meteorológica Sesquicentenario del aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla.

El promedio histórico de precipitación partió de la recopilación de información proporcionada por el IDEAM y recopilada por la estación meteorológica Sesquicentenario ubicada en el aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla.



Tabla 30 comportamiento anual multianual

COMPORTAMIENTO MENSUAL MULTIANUAL DE LA PRECIPITACION (mm)														
													SERIE:	1986-2012
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES	
<b>MEDIOS</b>	139,4	45,3	22,1	8,9	104,8	255,4	226,5	67,3	106,3	777,7	99,3	71,3	1924,3	
<b>MAXIMOS</b>	159,2	163,8	198,7	250,6	248,5	260,7	210,6	257,7	265,6	242,6	184	154,9	2596,9	
<b>MINIMOS</b>	6,5	9,5	17,5	46,6	50,8	12,3	3,1	8,0	53,2	53,4	23,2	10,2	294,3	

Fuente: los autores

La serie de datos analizada desde 1984 a 2011 en la estación Sesquicentenario permite determinar el comportamiento histórico de la precipitación.

Con estos datos podemos afirmar que a lo largo del año existe un gran periodo con precipitación constante desde los meses de Mayo hasta Enero y una leve disminución en los meses de Febrero, esto indica que el promedio de agua lluvia que puede ser aprovechada está cerca de 1848 mm de agua precipitada, y en los meses en los que la precipitación es menor está cerca de 76.3 mm de agua precipitada.

La oferta que tendríamos para todo el año es de 1924 mm que equivalen a 1924 litros anuales por metro cuadrado, que al relacionarla con la ecuación que según Carmona (2008).

**Volumen de agua** (litros/año) = 0.80 x **área efectiva de captación** (m<sup>2</sup>) x

**Cantidad de lluvia** (lts/año/m<sup>2</sup>).

Donde 0.80 es el valor del coeficiente de escurrimiento aproximado, y representa la cantidad de agua que se pierde (aprox. 20%) antes de llegar al lugar de almacenamiento (por evaporación, infiltración, etc.).

Tenemos que:

**Volumen de agua** = 0.80 \* 171.534 m<sup>2</sup> \* 1924

**Volumen de agua** = 264025.13 (litros/año) = 264 (m<sup>3</sup>/año)

La disponibilidad de agua para cada uno de los meses se presenta en la siguiente tabla con unos de la ecuación anterior.

Tabla 31 valores medios mensuales multianuales.

	Valores medios anuales multianuales 1985-2011											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Precipitación (mm)</b>	139,4	45,3	22,1	8,9	104,8	255,4	226,5	67,3	106,3	777,7	99,3	71,3
<b>Disponibilidad (m<sup>3</sup>/mes)</b>	19,12	6,21	3,03	1,22	14,38	35,04	31,08	9,23	14,58	106,72	13,6	9,78

Fuente: autores

El consumo promedio mensual de una vivienda en el sector el Cove , es de 8.4m<sup>3</sup>/mes y la capacidad de recolección de agua de la cubierta es de 264 m<sup>3</sup>/año, por lo tanto, si la precipitación presenta un promedio de 22m<sup>3</sup>/mes, el sistema propuesto tiene la capacidad de satisfacer la necesidad de agua potable durante 2.62 meses, debido a que el promedio mensual de consumo es de 8.4m<sup>3</sup>/mes. de la tabla 31 se puede concluir que con la precipitación disponible para captación en los meses de enero, mayo, junio, julio, septiembre, octubre y noviembre se alcanza a tener una reserva suficiente, para los meses donde la disponibilidad de agua lluvia está por debajo de los 8.4 m<sup>3</sup>/mes.

### 6.3.. Diseño del sistema de tratamiento de aguas lluvias, grises y negras.

Para el inicio del diseño de los sistemas de tratamiento fue necesario la determinación de la calidad del efluente, se buscó en el sector del Cove (San Andrés islas) una vivienda que cumpliera con las características medias de la población estudio en este sector, es decir cuatro habitantes, familias con ingresos mínimos y que permanecieran bastante tiempo en el lugar de residencia.

#### 6.3.1 Caracterizaciones.

Una vez localizada la casa a estudiar se procedió a hacer la caracterización del vertimiento según IDEAM (2004).

Las caracterizaciones abarcaron los siguientes: Toma de caudal, análisis de parámetros insitu (pH, temperatura, sólidos sedimentables, conductividad, OD y turbidez.) y parámetros analizados en el laboratorio (Grasas y aceites, DQO, DBO5, Sólidos totales), el muestreo se realizó durante 2 días (1 y 2 de julio de 2012).

Resultados media de los diferentes parámetros insitu del primer muestreo:

Duración: 12 horas agua residual (tabla 28).

Tabla 32 Resultado análisis físico químicos agua residual insitu

PARÁMETROS MUESTREADOS	Caja de inspección el Cove
pH	7.3
TEMPERATURA(°C)	22.3
OXIGENO DISUELTO(mg/l)	85.5
CONDUCTIVIDAD (ms)	622.2
SÓLIDOS SEDIMENTABLES(ml/l)	4.6
TURBIEDAD (NTU)	350.9

Fuente: los autores

Resultados media de los diferentes parámetros laboratorio de primer muestreo:

Duración: 12 horas agua residual. (Tabla 29).

Tabla 33 Resultado análisis físico químicos agua residual en laboratorio

PARÁMETROS MUESTREADOS	1000ml muestra análisis laboratorio
SÓLIDOS TOTALES (mg/l)	710
SÓLIDOS DISUELTOS (mg/l)	540
DBO (mg/l)	250
DQO (mg/l)	560
GRASA Y ACEITES (mg/l)	120

Fuente: los autores

Resultados media de los diferentes parámetros insitu de segundo día de muestreo:

Duración: 12 horas agua gris (tabla 30).

Tabla 34 Resultado análisis físico químicos agua gris insitu

PARÁMETROS MUESTREADOS	Caja de inspección el Cove
pH	6.7
TEMPERATURA(°C)	20.09
OXIGENO DISUELTO(mg/l)	80.9
CONDUCTIVIDAD (ms)	563.1
SÓLIDOS SEDIMENTABLES(ml/l)	4.0
TURBIEDAD	294.5

Fuente: los autores

Resultados media de los diferentes parámetros laboratorio de segundo muestreo:  
Duración: 12 horas agua gris. (Tabla31).

Tabla 35 Resultado análisis físico químicos agua gris en laboratorio

PARÁMETROS MUESTREADOS	1000ml muestra análisis laboratorio
SÓLIDOS TOTALES (mg/l)	390
SÓLIDOS DISUELTOS (mg/l)	280
DBO (mg/l)	200
DQO (mg/l)	360
GRASA Y ACEITES (mg/l)	80

Fuente: autores.

La toma de muestra y el análisis físico químico para la el muestreo de agua lluvias fue más riguroso que para el agua gris y residual, debido a que esta agua es para consumo humano.

El resultado tanto insitu como en laboratorio se compararon con el Decreto 475 de 1998, este decreto dicta "las normas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la calidad del agua potable establecidas y que rigen para todo el territorio nacional y que deben

cumplirse en cualquier punto de la red de distribución de un sistema de suministro de agua potable”.

Además de dicho decreto también se evaluaron otros parámetros con la injerencia de la resolución 2115/2007 “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano “además del RAS 2000.

Dicha comparación es presentada a continuación:

Tabla 36 Comparación parámetros fisicoquímicos microbiológicos y organolépticos del agua lluvia sector el cove

Parámetro	Unidad	Norma	Valor admisible	Resultado ensayo
<b>Coliformes totales.</b>	(NPM/100ml)	Res 2115/2007	0	0
<b>PH</b>	AD	RAS 2000	6-8.5	7.3
<b>DQO</b>	mg/L	-----	-----	-----
<b>Dureza</b>	mg/lit de CaCO <sub>3</sub>	Decreto 475 de 1998	180	9
<b>Alcalinidad</b>	mg/lit de CaCO <sub>3</sub>	Res 2115/2007	200	0.03
<b>Acidez</b>	mg/lit de CaCO <sub>3</sub>	Decreto 475 de 1998	60	0.05
<b>Plomo</b>	mg/L	Res 2115/2007	0.01	0.0098
<b>Hierro</b>	mg/L	Res 2115/2007	0.3	0.0059
<b>Cloruros</b>	mg/lit de CaCO <sub>3</sub>	Res 2115/2007	250	0.0032
<b>Turbiedad</b>	mg/L	Res 2115/2007	2	0.03
<b>sólidos totales</b>	mg/L	Decreto 475 de 1998	<1000	0.09

Fuente: los autores

Como se puede observar el agua lluvia del sector del Cove posee una muy buena calidad para ser empleada en el consumo humano.

Debido a que todos los parámetros analizados se encuentran por debajo de las normas evaluadas (Decreto 475 de 1998, Res 2115/2007, RAS 2000), es de aclarar que existe una clasificación diferente expuesta por el RAS 2000 para aguas de consumo humano, donde estas son clasificadas dentro de este documento forma cualitativa, según los parámetros de interés sanitario para este tipo de aguas, dicha clasificación es presentada a continuación:

Tabla 37 Clasificación aguas de consumo humano

Parámetro	Aceptable	Regular	Deficiente	muy deficiente
DBO(mg/L)Promedio mensual	≤1.5	≤1.5-2.5	≤2.5-4	>4
DBO(mg/L)Máximo diario	1-3	3-4	4-6	>6
Coliformes totalesNMP/100ml promedio mensual	0-50	50-500	500-5000	>5000
Oxígeno disuelto mg/L	≥4	≤4	≤4	<4
Ph promedio	6.0-8.5	5.0-9.0	3.8-10.5	-
Turbiedad UNT	<2	2-40	40-150	-
Color UPC	<10	10-20	20-40	≥40
Gusto y olor	aceptable	aceptable	aceptable	rechazable
Cloruros	<50	50-150	150-200	>300
Fluoruros				
<b>Tratamientos necesario</b>				
Convencional	no	No	si	Si
Específicos	no	No	No	Si
Procesos utilizados	Desinfección+estabilización	Filtaciob+desinfeccion +desetabilizacion	Los de tratamiento convencional	Los de tratamientos convencionales+tratamientos específicos

Fuente: RAS 2000.

Al comparar los resultados de las caracterizaciones realizadas frente a lo establecido dentro de la norma, el agua lluvia del sector del Cove posee características físico químicas

aceptables lo que minimiza el uso de tratamientos convencionales y/o especializados para su potabilización.

Sin embargo es necesario implementar el sistema de filtración para la remoción de los posibles sólidos suspendidos que pueda tener la precipitación debido al contacto con el tejado de la vivienda.

### 6.3..2 Diseño del sistema de tratamiento

El sistema de tratamientos diseñó para disminuir la carga contaminante proveniente del agua residual además de mejorar la calidad del agua lluvia interceptada y el sistema se describe a continuación:

### 6.3.3. Descripción del sistema.

Se integraran al sistema de aprovechamiento del agua lluvia de la siguiente manera:

El agua lluvia será captada y conducida a través de una bajante, la cual tendrá dos unidades denominadas tragante e interceptor.

La tragante que es un filtro rápido que tiene la función de remover el color y/o la posible turbiedad que pueda arrastrar el agua lluvia de los tejados.

Por otra parte la tragante tiene la función de recoger el agua proveniente de los primeros instantes de la precipitación lo que obliga al sistema de filtración a trabajar de manera integrada.

### 6.3.4 Diseño del interceptor aguas lluvias.

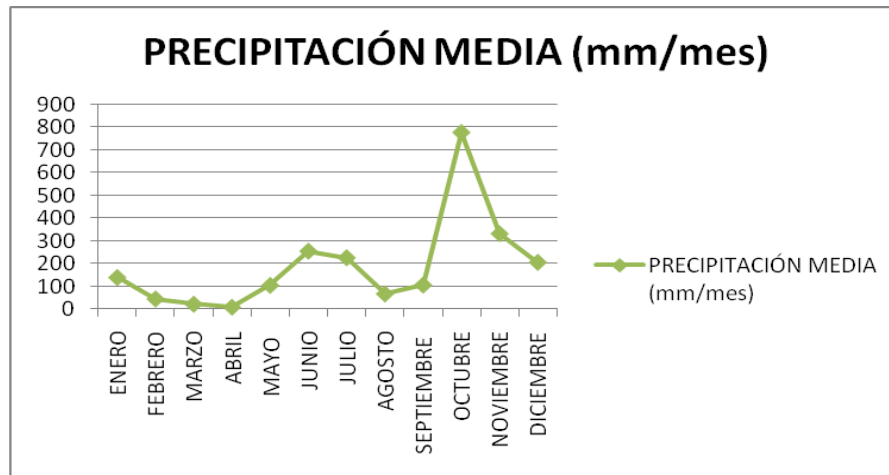
La tragante será diseñado para captar el agua lluvia proveniente de los primeros instantes de la lluvia, permitiendo que exista una remoción de los residuos depositados en el tejado de la vivienda.

En el plano numero 4 se puede observar el detalle del sistema de tratamiento diseñado para el agua lluvia.

El volumen que debe tener la tragante será determinado mediante la siguiente expresión:

$$V(L) = Q * t$$

Gráfica 20 precipitación media san andres islas hasta el año 2011



Fuente IDEAM estación meteorológica aeropuerto Gustavo rojas pinilla

De acuerdo con la gráfica 19, se observa que la precipitación promedio presentada en San Andrés islas de 171,095 mm/hora brinda la posibilidad de que si se captase el 50% de la precipitación en cada lluvia se captarían 22,75 l/s.

Para el área del tajado de la cubierta, con una intensidad de lluvia de 150 mm/hora se tiene un caudal de 7.147 l/s, por lo tanto en un tiempo t de 20 s. el volumen del tanque interceptor debe ser de:

$$V(L) = Q \left( \frac{L}{s} \right) * intensidad(s)$$

$$V(L) = 142.94L = 150L$$

El tanque interceptor consta de un flotador que realiza la función de cerrar el paso del agua que baja a través de la bajante, para que haya un llenado de la tubería y por el rebose del sistema el sedimento se dé en la parte inferior.



Las dimensiones del tanque interceptor son determinadas a partir de las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

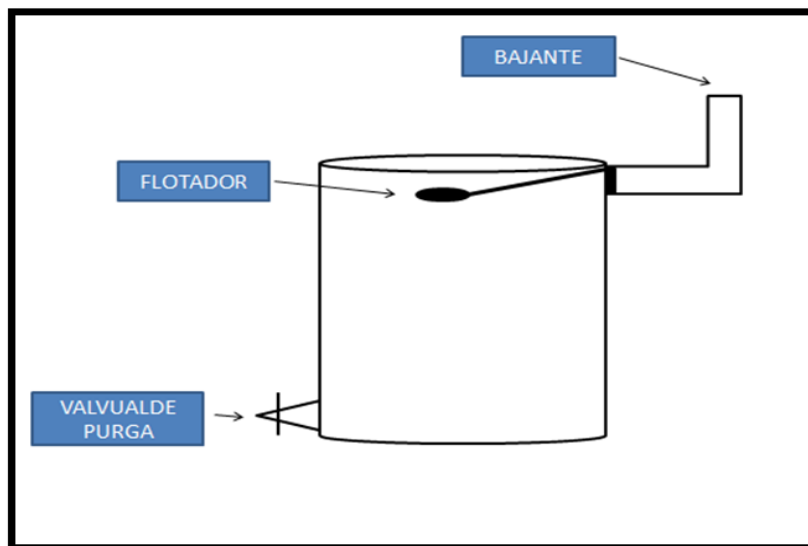
Tomando un diámetro para el tanque interceptor de 50 cm, de la ecuación anterior se obtiene un área de  $0.1963\text{m}^2$ . Como el volumen es igual a:

$$V = A * h \quad h = \frac{V}{A}$$

$$h = \frac{0.15\text{m}^3}{0.1963\text{m}^2} = 0.76\text{m} = 76\text{cm}$$

Por cuestiones de seguridad, el valor se redondea a 1 m de altura, con lo cual el tanque interceptor aumenta su capacidad de almacenamiento.

Gráfica 21 Tanque interceptor



La gráfico describe el sistema de intercepción de aguas lluvias en el tanque, se pueden observar los componentes del mismo. Fuente los autores

### 6.3.5 Diseño del filtro de agua lluvia.

El sistema de filtración a emplear es el de la filtración rápida, debido a que la mayor parte de la precipitación cae en los primeros instantes de la lluvia, por lo tanto esta debe tener la capacidad de realizar la filtración del agua de forma rápida sin que haya desplazamiento de las capas dentro del filtro.

Antes de dar inicio al diseño del filtro, se debe establecer el volumen por unidad de tiempo de agua a filtrar.

De acuerdo a las cálculos realizados en el capítulo de diseño de la alternativa de abastecimiento de aguas lluvias y manejo de aguas negras y grises, se determinó que el caudal que circula por la bajante es de 7.147 l/s. Con este valor y con el área de la cubierta se determina la tasa de filtración mínima que debe tener el filtro a emplear, entonces:

$$7.147 \frac{L}{s} \left( \frac{1m^3}{1000L} \right) \left( \frac{86400s}{1dia} \right) = 617.5008 m^3/dia$$

La tasa mínima de infiltración que debe tener el filtro, es determinada mediante la siguiente ecuación:

$$tasa\ de\ infiltracion\ filtro\ aguas\ lluvias = \frac{caudal\ captado\ por\ cubierta(m^3/dia)}{area\ de\ la\ cubierta\ m^2}$$

$$tasa\ de\ infiltracion\ filtro\ aguas\ lluvias = \frac{617.5008(m^3/dia)}{171.534m^2} = 3.599m/d$$

#### 6.3.6.1 Dimensiones del filtro (rápido de arena).

Las características como altura del lecho filtrante, tipo de lecho, área, geometría del lecho, etc., son establecidas según el diseñador, tomando como parámetro de selección del material la variable económica de los materiales a ser empleados en su construcción. El filtro a emplear será de geometría circular, con un lecho de arena por cuestiones de practicidad, permitiendo la integración con el sistema de bajantes diseñadas.

Las dimensiones del lecho de filtración son las siguientes:

H=30cm

D=6in

Granulometría del filtro

Según Romero (242), para la arena se puede considerar un TE (tamaño efectivo) de 0.45-0.55mm y el CU (coeficiente de uniformidad) de 1.2-1.7.

#### 6.3.2 Pérdida de carga en el filtro

Según Romero (228), la pérdida de carga en un filtro limpio por fricción a través de lechos de material granular, se determina mediante la siguiente ecuación:

$$h = 1.067 C_D \frac{1}{e^4} \frac{L v^2}{d g}$$

#### 6.3.3 Número de Reynolds

Este parámetro define el tipo de flujo que se presenta por movimiento del fluido a través de un medio filtrante

$$N_{RE} = \frac{d}{V}$$

Donde:

V= velocidad de filtración m/s.

d =diámetro característico de los granos m

$\mu$  = viscosidad cinemática. A 20 grados según tabla de anexo numero 32 Romero

$$N_{RE} = \frac{(3.599m/d)(0.5 * 10^{-3})}{(86400) * (1.003 * 10^{-6})} = 0.0207$$

#### 6.3.4. Coeficiente de arrastre.

El coeficiente de arrastre se determina mediante la siguiente expresión:

$$C_D = \frac{24}{N_{RE}} + \frac{3}{N_{RE}} + 0.34 = 1304.68$$

$$h = 1.067 C_D \frac{1}{e^4} \frac{L v^2}{d g}$$

$$h = 1.067 * (1304.68) * \frac{1}{e^4} * \frac{0.30}{0.5 * 10^{-3}} * \frac{(4.165 * 10^{-5})^2}{9.81}$$

$$2,7 \times 10^{-7}$$

Como las pérdidas dentro del filtro son menores a 2 m.c.a, cumple con las recomendaciones realizadas por (ROMERO (2009)).

### 6.3.5 .Aguas grises

De la misma forma que el sistema de tratamiento de aguas lluvias, el agua gris necesita de una serie de tratamientos para que se pueda dar la reutilización de dichas aguas en otras actividades minimizando el consumo del recurso.

Las unidades de tratamiento a emplear son las siguientes:

### 6.3.6 Trampa grasas:

Permite la remoción de las grasas y aceites dentro del vertimiento, en una sola unidad. Aprovechando que debido a la menor densidad de estas sustancias, permanecen en la superficie del líquido, a medida que el flujo del agua se desplaza dentro de la unidad, hay una retención de las Grasas y Aceites que son removidas de forma periódica manualmente.

La trampa grasa a emplear para las aguas grises y negras posee la misma geometría y características de operación, debido a que ambas redes consideran el consumo y descarga de aguas dentro de las unidades sanitarias para cuatro habitantes por unidad habitacional, que es el promedio de habitantes para el sector del Cove. Por cuestiones técnicas y para facilidad de mantenimiento el trampa grasas a emplear esta es de tipo simple.

Diseño trampa de grasas.

La trampa de grasas a emplear se adoptó partiendo de las siguientes consideraciones:

- El volumen de la trampa de grasa se calculará para un período de retención entre 2,5 a 3,0 minutos.
- La relación largo, ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.
- La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m.
- El ingreso a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° y un diámetro mínimo de 75 mm. La salida será por medio de una tee con un diámetro mínimo de 75 mm.

- La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel de líquido.
- La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida deberá ser menor a 0,05 m.
- La parte inferior de la tubería de salida deberá estar no menos de 0,075 m ni más de 0,15 m del fondo.
- El espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa deberá ser como mínimo de 0,30 m.
- La trampa de grasa deberá ser de forma tronco cónica o piramidal invertida con la pared del lado de salida vertical. El área horizontal de la base deberá ser de por lo menos 0,25 x 0,25 m por lado o de 0,25 m de diámetro. Y el lado inclinado deberá tener una pendiente entre 45° a 60° con respecto a la horizontal

Caudal máximo diario.

$$Q_{max} = 0.3 \sqrt{\sum p}$$

$Q_{max}$ = caudal máximo diario (L/s)

=sumatoria de todas las unidades atendidas por la trampa grasa.

$$Q_{max} = 1.224(L/s)$$

Volumen trampa grasas.

Tomando como tiempo de retención 3 minutos, el volumen máximo que debe tener la trampa grasas para efectos de topes se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Volumen (l) = Q_{max} * t \text{ de retencion}$$

$$Volumen (l) = 1.224l/s * 180s = 200L$$

$$Volumen (m^3) = 0.2m^3$$

Dimensiones trampa grasa.

Para efectos económicos, la trampa grasa a emplear será de tipo prefabricado marca Eternit, se escogió una trampa de grasas tipo cilíndrico debido a que brinda la facilidad de instalación y mantenimiento..

Gráfica 22 Trampa grasas

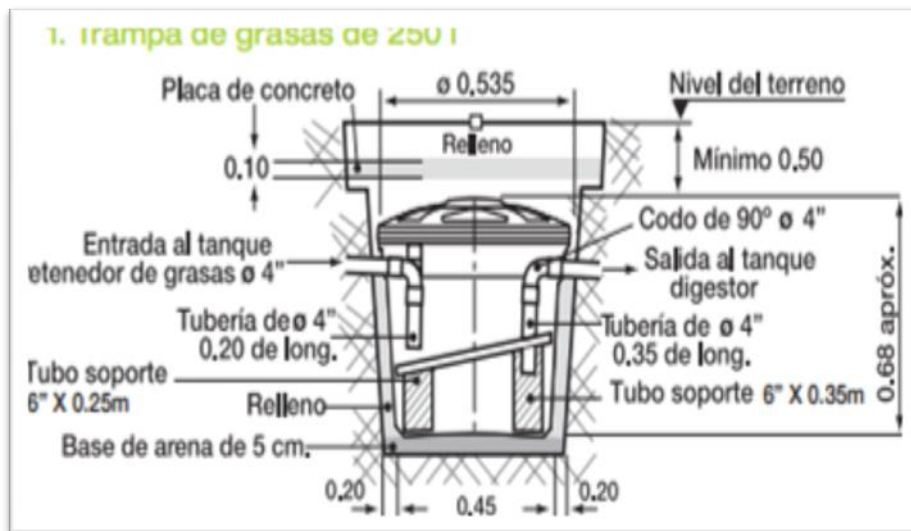


En la gráfica se observa un sistema trampa de grasas integrado a un tanque en su aspecto exterior. Fuente Eternit.

Geometría trampa grasa.

La trampa de grasas posee las siguientes dimensiones:

Gráfica 23 Dimensiones trapa grasas



En la gráfica se observa un sistema trampa de grasas integrado a un tanque en su aspecto interior, en él se observa con detalle los componentes del mismo. Fuente: Eternit.

### 6.3.7 Filtro

Tiene la función de retirar la turbiedad presente dentro del vertimiento en forma de sólidos suspendidos y disueltos. Mediante los mecanismos e interacciones físicas y químicas que se dan en la filtración es posible darle al agua gris las condiciones para ser reutilizada en otras actividades.

Características del filtro:

El sistema que impulsa el agua a través del lecho de filtrado será a través de la energía gravitatoria, para la reducción de costos de operación. El agua pasara a través del filtro donde serán retiradas las impurezas que pueda contener la misma, posteriormente llegara hasta el tanque de almacenamiento del sistema de recirculación, para dar inicio con su ciclo de reutilización.

Debido a las variaciones de caudal que se pueden dar a través del sistema, se optó por diseñar un filtro rápido compacto, de similar operación al filtro de aguas lluvias, pero de geometría rectangular para facilitar el paso del agua hacia el tanque de almacenamiento. En el plano número 5 -6 se pueden observar el sistema de re circulación de aguas grises dentro de la vivienda de interés social.

### 6.3.8 Agua negras.

El proceso de tratamiento de aguas negras busca la reducción de la carga contaminante, según el balance de cargas una de las formas y tal vez la más práctica es mediante el uso de un pozo séptico que tiene una eficiencia de entre el 80 al 90% de remoción en la concentración de la descarga, el pozo séptico combina la separación y la digestión de sólidos, así que es necesario un sistema anterior de apoyo que limite la descargas provenientes de la cocina.

La trampa grasa como lo define la CEPIS es un dispositivo ubicado en la salida de las cocinas para detener materiales aceitosos y grasosos.



Una vez el pozo séptico hace su proceso el efluente es conducido a un área de terreno, donde hace contacto con un pozo de absorción.

### 6.3.9 Tanque séptico

Según el (RAS 2001) Son tanques generalmente subterráneos, sellados, diseñados y construidos para el saneamiento rural, y lo define (CEPIS 2003) se definen como sistemas de tratamiento usado en el mejoramiento de la calidad del agua residual doméstica que combina la separación y digestión de sólidos.

Criterios de diseño:

Los criterios de diseños asociados a los pozos sépticos según el RAS2000 se mencionaran a continuación:

Deben llevar un sistema de pos tratamiento. Se recomiendan solamente para:

- Áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillados.
- Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presenta diámetros reducidos.

No está permitido que les entre:

- Aguas lluvias ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento.
- Los efluentes a tanques sépticos no deben ser dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial.
- 

Factores de diseño:

- El caudal medio diario de aguas residuales,..
- El tiempo de retención,  $t_d$ , 24 horas.
- El espacio necesario para acumulación de lodos.

## Aportes Domestico

En el título del (RAS 2000) título D.3.3.2 se referencian las contribuciones de las aguas residuales que hace referencia al volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrada por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales y que para el objeto de este trabajo se denotara como ( $Q_D$ ).

Para efectos de este diseño sirvió de guía el documento de acción social Cooperative Housing Foundation (CHF) y Anselmo Antonio Stephens Forbes.

$$Q_D = \frac{(C * P * R)}{86400}$$

### Estimación del consumo medio diario por habitante (C)

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(RAS 2000)

Se estima como dotación neta un rango entre 50 y 150 lt/ha- día.

Gracias a la determinación de los módulos de consumo se usó 64.68 lts/ha- día.

### Estimación de (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.(RAS 2000).

### Estimación de (R)

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. (RAS 2000).

Tabla 38 Coeficiente de retorno de aguas servidas domesticas

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.

El aporte domestico  $Q_D$  será entonces:

$$Q_D = \frac{(64.68 \text{ lts/hab} - \text{dia} * 4 * 0.70)}{86400}$$

$$Q_D = 0.0020 \text{ lts/seg.} = 181.10 \text{ lts/día}$$

Calculo de la capacidad útil del líquido del tanque V.

$$V = pqt_d \quad Q_d = pq$$

Dónde:

V = Volumen útil del tanque

p = Número de habitantes

q = caudal de aguas residuales por persona

$t_d$  = tiempo de retención (1dia)

$$V = 181.10 \text{ lts/día} * 1 \text{ día}$$

$$V = 181.10 \text{ litros} = 0.181 \text{ m}^3$$

Para la determinación de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domesticas a través de tanques sépticos se presenta la tabla No. 35

Tabla39 Eficiencia de tratamiento

PARAMETRO	REDUCCION%
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	35 a 60
SS (mg/l) <sup>2</sup>	80 a 85
Coliformes Fecales NMP/100 ml	25 a 75

Fuente: Gobernación de San Adres Islas

### 6.3.10 Filtro anaerobio

En este tipo de reactores existe un medio de soporte fijo inerte al cual crecen adheridos los microorganismos.

Según Stephens (2010) El agua residual puede tener un flujo vertical ascendente o descendente a través de la cámara El principio de este filtro está formado en una columna llenada con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonácea en aguas residuales (RAS 2000).

Tiempo de retención del filtro anaerobio.

El volumen del filtro anaerobio Imhof que se encuentra comercialmente es de 500 L, las marcas comúnmente usadas son Colempaques y etrnit. Con la siguiente ecuación se determina el tiempo de retención hidráulico:

$$TRH = \frac{Vr}{Qd}$$

$$TRH = 500 \text{ L} / 181.10 \text{ L/día}$$

$$TRH = 2,76 \text{ día} = 66.24 \text{ h}$$

En la tabla E.4.29 del título E del RAS 2000 pg e 85, “aparecen los valores de tiempo de retención hidráulica que se deben usar.”

Tabla 40 Tiempos de retención hidráulica

Rango de la concentración orgánica del afluente al filtro anaerobio. (Expresado en DBO <sub>5</sub> en mg/lit)	Rango del tiempo de retención hidráulica en el filtro anaerobio. Se expresa t <sub>min</sub> , t <sub>max</sub> , t <sub>d1</sub> y t <sub>d2</sub> , donde el tiempo de diseño t <sub>d</sub> es igual a (t <sub>d1</sub> +t <sub>d2</sub> )/2 (horas)				Valores del coeficiente característicos del sustrato en digestión, k, para sustrato "típico" doméstico o municipal, correspondiente a los expresados en la columna anterior			
	t <sub>min</sub>	T <sub>d1</sub>	T <sub>d2</sub>	t <sub>max</sub>	Para t <sub>min</sub>	Para t <sub>d1</sub>	Para t <sub>d2</sub>	Para t <sub>max</sub>
Mínimo: 50 Co (media):65 Máxima: 80	3.0	4.0	6.5	12.0	1.4	1.5	1.6	1.8
Mínimo: 80 Co (media): 190 Máxima: 300	2.5	4.0	6.5	12.0	1.0	1.1	1.3	1.7
Mínimo: 300 Co (media): 650 Máxima: 1000	2.5	4.0	6.5	12.0	1.4	1.6	1.8	2.1
Mínimo: 1000 Co (media): 3000 Máxima: 5000	3.0	6.0	8.0	12.0	1.7	1.9	2.1	2.5

Fuente: Ras 2000 título E. tratamiento de aguas residuales municipales

Eficiencia de remoción en el filtro anaerobio.

La eficiencia de remoción, fue calculada a partir del trabajo de Acción social Cooperative Housing Foundation (CHF) y el Ras 2000.

$$E = 100(1 - k / TRH^m) = 100(1 - 1.4/66.24^{0.665}) = 91.38 \%$$

A partir de esta relación hidráulica, se determina la k a ser usada en las ecuaciones relacionadas continuación:

Es de vital importancia la relación hidráulica y la DBO debido a que permiten determinar las características del sustrato del filtro.

Tabla 41 Valores típicos del coeficiente m

Configuración			Valor de m
Piedra redonda 4 a 7 cm Porosidad m2/m3	área específica máx. 0.46	130	0.665
Piedra redonda 4 a 7 cm Porosidad m2/m3	área específica máx. 0.66	98	0.660

Fuente: Ras 2000 título E. tratamiento de aguas residuales municipales

Es importante mencionar las recomendaciones que hace el RAS(2000)títuloE.4.7.9.3 respecto al soporte del filtro y el medio utilizado:

- Se recomienda que los filtros anaerobios estén cargados en su totalidad con elementos de anclaje, salvo el 15% superior de su profundidad total.
- Esta zona superior sirve para homogeneizar la salida evitando los canales preferenciales de flujo.
- Como medio de anclaje para los filtros anaerobios, se recomienda la piedra: triturada angulosa, o redonda (grava); de tamaño entre 4 cm y 7 cm

Calculo de eficiencia y remoción total de filtro anaerobio:

- Eficiencia en el filtro : 91.38 %
- DBO<sub>5</sub> a la entrada del sistema: 250 mg/lts (pruebas insitu)
- DBO<sub>5</sub> a la entrada del filtro anaerobio: 180 mg/lts (ver tabla 35)

Se estimó una eficiencia del 28% en el tanque séptico, la cual es inferior a la establecida en la tabla No. 35.

DBO<sub>5</sub> esperada a la salida del filtro anaerobio: 180 mg/lts\*0.091 = 16.38 mg/lts.

$$\text{Eficiencia total del sistema} = \frac{(250 - 16.38)}{250}$$

$$\text{Eficiencia total del sistema} = 0.93 = 93\%$$

### 6.3.11. Pozos de Absorción

Según Castro y Pérez(2009)Los pozos cumplen la función de pos tratamiento y de disposición y es definido como un hoyo o tanque circular que es excavado o integrado al suelo con profundidades superiores a 1.8m en una capa de tierra porosa, según Castro y Pérez (2009) el pozo de absorción o filtración recibe el efluente de pozos sépticos y permite que se infiltre en el terreno, es importante considerar como superficie útil de absorción, el fondo y las paredes laterales debido a que en su interior existe una capa de material filtrante que permite el crecimiento de microorganismos.

Los pozos de absorción podrán ser utilizados para tasas superiores a 40 lts/m<sup>2</sup>- día.

Estimación del área.

Considerando las condiciones de la zanja de infiltración, (pozos de absorción) se recomienda utilizar una tasa de aplicación menor o igual a 100 lts/día/m<sup>2</sup> para los efluentes de tanques sépticos, y periodos de aplicación no mayores de 6 horas. RAS (E.3.5.1.3) pg E33.

Calculo de área de filtro:

$$A = \pi D h$$

A = Área de absorción total en m<sup>2</sup>.

D = Diámetro del pozo en m.

H = Profundidad del pozo en m.

$$\pi = 3,1416$$

Aportes de aguas residuales: 207.36 lts/día

Diámetro: 1.00 m

Altura profundidad del pozo: 1.80 m

Numero de pozos: 1.00

Área de absorción total: 5.65 m<sup>2</sup>

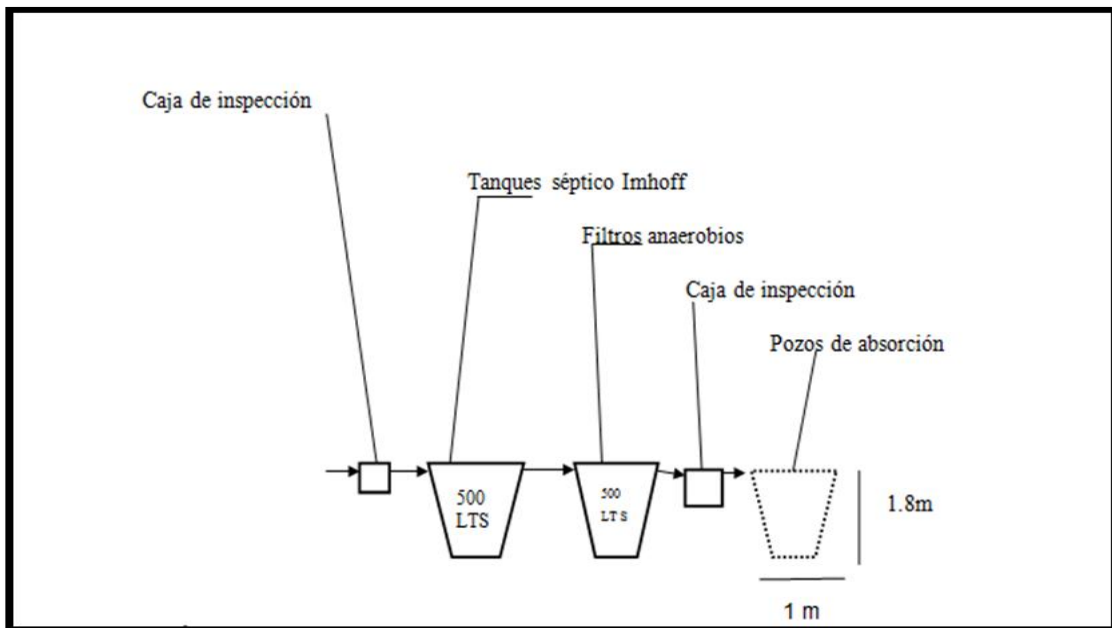
Tasa: 207.36/5.65

Tasa: 36.70 lts/día/m<sup>2</sup>, < 100 lt/día/m<sup>2</sup>

El sistema de tratamiento que se propone implementar es un sistema de material prefabricado, acorde con los requerimientos técnicos y ambientales establecidos.

Se compone básicamente de una caja de inspección; un tanque séptico de 500 litros; Un filtro anaerobio de flujo ascendente de 500 litros y un pozo de absorción con un área de absorción total: 5.65 m<sup>2</sup>

Gráfica 24 Sistema completo



En la gráfica anterior se puede observar la secuencia del tratamiento de aguas negras, en orden desde la caja de inspección, hasta el pozo de absorción (en orden de tratamiento). Fuente: los autores.

El tratamiento propuestos para el sistema de aguas negaras se puede observar en detalle en los planos numero 8-9 y su distribución en el terreno en el plano numero 10.



#### 6.4 FASE 3: ANÁLISIS FINANCIERO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO SOSTENIBLE.

El análisis financiero del proyecto “Alternativa sostenible para el abastecimiento y manejo de aguas en una vivienda de interés social rural (VISR) en el sector el Cove de la isla de San Andrés”, busca determinar su factibilidad y viabilidad financiera haciendo uso de indicadores y razones financieras, así como de proyecciones de ingresos y egresos, flujo de fondos proyectado, a través de los resultados obtenidos por el análisis,

Este análisis fue realizado teniendo una concepción de la propuesta, como proyecto inmobiliario, debido a que es posible generar beneficios sociales, junto con beneficios económicos para las personas ya sean naturales o jurídicas que destinen fondos a este tipo de proyectos.

Así mismo, se llevó a cabo una comparación del costo de una Vivienda de Interés Social de características normales, frente al costo de una VISR que contemple la presente propuesta de sistema hidrosanitario y de abastecimiento sostenible.

La metodología planteada para realizar el análisis financiero de la alternativa de abastecimiento sostenible para el proyecto tiene las siguientes actividades:

- Construcción del presupuesto.
- Estimación de Costos Directos e Indirectos del Proyecto.
- Determinación del Margen de Contribución.
- Determinar la Rentabilidad Esperada del inversionista, a través del Modelo CAPM.
- Construcción y proyección del flujo de fondos.
- Análisis de los indicadores financieros.

Para el análisis financiero de este proyecto se determinó previamente un presupuesto, con el fin de estimar los costos en que se incurre, para la ejecución del proyecto y que contempla las características del diseño de la VISR propuesta.

Por otro lado, se determino el precio de venta correspondiente a los ingresos del proyecto teniendo en cuenta las regulaciones que impone la legislación nacional en este aspecto.

Se realizo el respectivo cálculo de los costos de fabricación, se estimo la rentabilidad esperada de los inversionistas a través del modelo CAPM explicado posteriormente, y adicionalmente se calculó el efecto de la financiación de los recursos requeridos para la ejecución del proyecto y la incidencia del mismo dentro del flujo de fondos.

A partir de la información generada anteriormente, se proyectaron los flujos de fondos del proyecto que está conformado por trece (13) periodos consistentes en: el periodo inicial (Mes 0 y 12 periodos más (12 meses). Al realizar las proyecciones del flujo de fondos se obtiene la información que permiten hallar los indicadores de factibilidad que determinar la viabilidad del mismo.

Posteriormente y de acuerdo con los datos obtenidos en el análisis, se presentan las conclusiones que establecen la viabilidad o no del mismo.

#### 6.4.1 Presupuesto:

El presupuesto de obra es en donde se plasman los costos estimados de materiales y de mano de obra directa del proyecto. Se tuvo en cuenta los costos actuales de los materiales que componen el diseño propuesto para la construcción de VISR y el costo de la mano de obra requerida para la construcción del proyecto en la Isla de San Andrés, y que fueron relacionados en el Anexo 11. cabe recalcar que el costo del lote para la VISR, no es incluido dentro del presupuesto, debido a que esta se considera como aporte el aporte que debe aportar la nación para el desarrollo del proyecto, o un inversionista según sea el caso. A continuación se muestra el valor presupuestado de los componentes usados en la construcción de la VISR:

Tabla 41. Presupuesto General VISR

<b>COSTO DEL PROYECTO</b>	
<b>"Alternativa sostenible para el abastecimiento y manejo de aguas VISR: en el Cove - Isla de San Andrés"</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR (\$)</b>
Estructura VISR	\$ 13.235.182
Equipamientos	\$ 752.300
Tubería y accesorios	\$ 570.517
Acabados	\$ 190.720
Sistemas de Tratamiento	\$ 5.080.191
Trasporte	\$ 826.880
Pinturas	\$ 1.399.823
Andamios	\$ 79.782
<b>Total</b>	<b>\$ 22.135.395</b>

Fuente Los autores

Es importante destacar que para evaluar la injerencia de los materiales relacionados con la construcción de la VISR se tomo como base en el manual de instalación Plycem de junio de 2005.

A continuación, se muestra la relación de los costos directos e indirectos, haciendo referencia a los costos de mano de obra, requeridos para el desarrollo de las actividades involucradas en la construcción de la VISR.

Tabla 42 costos directos e indirectos mano de obra propuesta VISR.

<b>COSTO DE MANO DE OBRA PROYECTO</b>					
<b>Mano de Obra Directa</b>					
<b>A. Personal Profesional</b>		Unidad	Vr. Unitario\$	Cantidad	Valor
Ejecución del Proyecto	Director de Obra	MES	4.000.000	1	4.000.000
<b>B. Personal de Apoyo Técnico</b>		Unidad	Vr. Unitario	Cantidad	Valor
Construcción VISR	Oficial	Dia	50000	30	1.500.000
	3 Ayudantes	Dia	77599	30	2.327.970
<b>TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA (A+B)</b>					<b>\$ 7.827.970</b>
<b>Mano de Obra Indirecta</b>					
		Unidad	Vr. Unitario\$	Cantidad	Valor\$
Oficios Varios		DIA	22.500	15	337.500
<b>TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA</b>					<b>\$ 337.500</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA PROYECTO</b>					<b>\$ 8.165.470</b>

Fuente Los Autores.

En el cuadro anterior, se relaciona el personal de apoyo técnico y la forma como está compuesto el equipo de trabajo para cada una de las actividades, así mismo se relaciona el costo diario y total devengado por cada miembro del equipo de trabajo. Estas estimaciones están basadas en información recolectada en la Isla de San Andrés. Adicionalmente, se hace la diferenciación entre la mano obra directa y la indirecta para hacer un análisis más completo.

La mano de obra directa es la que efectivamente interviene en la construcción del proyecto de VISR, mientras que la indirecta responde a la mano de obra que tiene a su cargo actividades relacionadas pero que no están efectivamente sobre el proceso de construcción.

Los costos directos de fabricación totales de cada unidad de Vivienda de Interés Social que contemple el “Sistema hidrosanitario y de abastecimiento sostenible” son:

Tabla 43 Costos Directos de fabricación Unidad Habitacional.

<b>COSTOS DE MATERIALES DE FABRICACIÓN</b>		
Costo materiales (presupuesto de obra)	\$	21.308.515
Costo de herramientas requeridas	\$	1.200.000
<b>Costo directos de fabricación</b>	<b>\$</b>	<b>22.508.515</b>

Fuente: Los autores

En el cuadro anterior, no fue relacionado el costo de transporte al considerar que son costos indirectos, puesto que no interviene directamente en el proceso de construcción de la vivienda.

Por otro lado, se tuvo en cuenta que durante el proyecto se deberá incurrir en los Costos Indirectos de Fabricación (CIF), ya que existen actividades indispensables que requieren recursos y que no participan directamente en la fabricación de las VISR, motivo por el cual se consideró necesario su estimación para una proyección más precisa del Flujo de Fondos.

Los costos indirectos de fabricación se plasman en la tabla a continuación.

Tabla 42 Costos de fabricación

<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN (CIF)</b>			
Trabajos Previos y Auxiliares	\$ 127.599	2 Días	\$ 255.198
Equipos de Topografía	\$ 84.000	2 Días	\$ 168.000
Fletes y Acarreos de Materiales y Equipos	\$ 826.880		\$ 826.880
Capacitación y Adiestramiento	\$ 150.000	1 Días	\$ 150.000
Gastos de Varios y de Oficina	\$ 320.000		\$ 320.000
Seguridad e Higiene (Casco, Guantes, Etc)	\$ 50.000	4 Personas	\$ 200.000
Escrituras y Otros	\$ 890.000		\$ 890.000
Hospedaje	\$ 74.000	30 Días	\$ 2.220.000
Pasajes Aéreos	\$ 431.340	2 Pasajes Ida y Vuelta	\$ 862.680
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>			<b>\$ 5.892.758</b>

Fuente autores

#### 6.4.2 Precio de Venta

El precio de venta para la VISR, fue obtenida a partir del tope máximo establecido en la legislación nacional, posibilitando replicar este tipo de proyecto dentro del territorio colombiano previendo que la legislación nacional establece que la Vivienda de Interés Social según Comfacauca (2010) no puede superar el “tope máximo de 135 SMMLV, que para el año 2012 corresponde a un monto de \$ 76.504.500”.

También, se fijó el precio de venta teniendo en cuenta el Margen de Contribución, según gerencie.com(2012) que corresponde “a la diferencia entre el precio de venta menos los costos variables o considerado también como el exceso de ingresos con respecto a los costos variables, exceso que debe cubrir los costos fijos y la utilidad o ganancia”. La estimación del precio de venta se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 43. Estimación del Precio de Venta VISR

<b>ESTIMACIÓN PRECIO DE VENTA (VISR)</b>		
<i>Precio de Venta = Costo Variable Unitario/(1-Margen de Contribución)</i>		
Margen De Contribución en Pesos (\$) = Precio de Venta - Costo Unitario	\$	10.770.757
Margen De Contribución en % = (MC(\$) x 100)/ Precio de Venta		22,92%
<b>PRECIO DE VENTA VISR (Sistema hidrosanitario y de Abastecimiento Sostenible)</b>	<b>\$</b>	<b>47.000.000</b>

Fuente: Los Autores

El precio de venta para la VISR que aplica al “Sistema hidrosanitario y de abastecimiento sostenible” es de \$ 47.000.000. Éste valor se encuentra dentro de los límites que tiene estipulado la ley, Decreto 1042 de 2003 en el Artículo 3°. Cabe anotar, que el valor agregado de adquirir una vivienda con las características propuestas, permitiendo una vida aceptable y vivienda digna que ofrece las condiciones suficientes y de sostenibilidad, para la población de escasos recursos de la Isla de San Andrés.

#### 6.4.3. Financiamiento de recursos.

Es necesario aclarar que gran parte de los recursos serán otorgados por los inversionistas del proyecto, debido a que los proyectos de Vivienda de Interés Social pueden ser ejecutados con recursos del sector privado y del sector público.

La figura de los subsidios estatales son orientados a favorecer a las familias o personas de escasos recursos que por su nivel de ingresos no pueden adquirir una vivienda propia ni tienen la oportunidad de ser usuarios del sector financiero. Motivo por el cual, el Estado les otorga subsidios de una parte o la totalidad del costo de la vivienda y adicionalmente facilitan la financiación a través de Bancas de tercer piso (como FINDETER) con tasas especiales. Adicionalmente, el estado también favorece al sector privado que inicia proyectos de VIS al otorgarles recursos con financiación a una tasa menor que la que ofrecen las instituciones del sector bancario.

De acuerdo a la información anterior, se estimó conveniente y suficiente aprovechar las tasas de financiación especiales que ofrece el estado (8,90 % E.A) por lo que se obtendrán

COP \$56.000.000 para la puesta en marcha del proyecto y para tener el suficiente Capital de trabajo (recursos necesarios para el desarrollo del proyecto que permitan apalancarse antes de generar algún tipo de ingreso).

Los demás recursos se obtendrán de los inversionistas interesados en el proyecto que se involucrarán si consideran que el presente análisis evidencia que el proyecto es factible financieramente y que les genera un beneficio sustancial.

La información de la obligación adquirida con la banca de tercer piso (FINDETER), a través de una entidad financiera de la banca comercial y el cuadro de amortización de los recursos financiados por una entidad financiera, son relacionados y presentados a continuación a continuación:

*Monto:* COP \$56´000.000  
*Interés (FINDETER):* 0,71 % M.V. ó 8,90% E.A.  
*Plazo:* 12 Meses  
*Anualidad:* 4´885.769,00

Tabla 44. Amortización Obligación Financiera

CUADRO DE AMORTIZACIÓN OBLIGACION FINANCIERA LP													
CONCEPTO	0 Mes	1 Mes	2 Mes	3 Mes	4 Mes	5 Mes	6 Mes	7 Mes	8 Mes	9 Mes	10 Mes	11 Mes	12 Mes
Gasto de Interes		(\$ 399.296)	(\$ 367.306)	(\$ 335.088)	(\$ 302.641)	(\$ 269.962)	(\$ 237.050)	(\$ 203.903)	(\$ 170.520)	(\$ 136.899)	(\$ 103.038)	(\$ 68.936)	(\$ 34.590)
Anualidad		(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)	(\$ 4.885.769)
Amortización de Capital		(\$ 4.486.473)	(\$ 4.518.463)	(\$ 4.550.681)	(\$ 4.583.128)	(\$ 4.615.807)	(\$ 4.648.719)	(\$ 4.681.866)	(\$ 4.715.249)	(\$ 4.748.870)	(\$ 4.782.731)	(\$ 4.816.833)	(\$ 4.851.179)
Capital	\$ 56.000.000	\$ 51.513.527	\$ 46.995.064	\$ 42.444.384	\$ 37.861.255	\$ 33.245.448	\$ 28.596.729	\$ 23.914.862	\$ 19.199.613	\$ 14.450.743	\$ 9.668.012	\$ 4.851.179	\$ 0

Fuente: los autores

#### 6.4.4 Estimación de la Rentabilidad Esperada (Re) de los Inversionistas del Proyecto.

Para el cálculo de rentabilidad esperada de los inversionistas se optó por usar el Modelo CAPM.

El principio sobre el cual se basa el modelo **Capital Asset Pricing Model**(CAPM) consiste en que la rentabilidad “debe ser proporcional al riesgo: a mayor riesgo, mayor rentabilidad y viceversa”.

Según los modelos de valorización de activos financieros (2012), si se invierte a un mayor riesgo, como por ejemplo: una acción, se pretende obtener “la rentabilidad libre de riesgo más una prima de rentabilidad o prima de riesgo”.

Motivo por el cual, el modelo tiene en cuenta ciertos factores y medidas que tiene el mercado y también del sector (en éste caso el de la construcción) para estimar los riesgos del activo (Beta, EMBI, etc.) o del proyecto, en éste caso. Al utilizar el modelo se pretende ofrecer al inversionista los elementos suficientes para tomar la decisión de invertir en nuestro proyecto.

Los conceptos que se tienen en cuenta en el Modelo CAPM y que son claves para entender cómo éstas variables determinan la rentabilidad esperada son los siguientes:

*Beta*: El coeficiente de volatilidad o conocido como "Beta", muestra cuánto varía el rendimiento o rentabilidad del activo dependiendo de las variaciones producidas en los rendimientos generados por el mercado. Es decir, tiene en cuenta las variaciones de la rentabilidad de los proyectos o activos financieros que integran el sector de construcción en un mercado.

Para el presente análisis, se tomó como referencia el Beta o coeficiente de la industria de "Construcción de Viviendas" en los denominados Mercados Emergentes (que incluye a Colombia) y se aplica en el cálculo de la Rentabilidad Esperada de Accionistas.

Para entender el significado del valor cuantitativo del beta, tendremos en cuenta a Mascareñas (2007) que dice lo siguiente: “Aquéllos betas que superan la unidad (1) son activos agresivos y son los que más rápido ascienden ante una alza del mercado pero, en un comportamiento negativo del mercado son los que más rápido caen (mayor riesgo sistemático) (...) Por otro lado, cuando sus betas son inferiores a la unidad son los que varían menos que el mercado”.



Lo anterior, quiere decir que los Betas que superan la Unidad (1), son de alto riesgo y por éste hecho representan una mayor rentabilidad, pero que a su vez ante un comportamiento negativo, también generan una mayor pérdida. El Beta que se utilizó en el presente análisis es de 0,87 lo que nos indica que el sector no tiene gran riesgo ni variación en el mercado.

*EMBI:* "Mide el diferencial de tasas de títulos soberanos o bonos del país de un grupo de países emergentes frente a las tasas de títulos del tesoro norteamericano con la misma madurez.

Es decir, el diferencial de tasas o rentabilidad de los títulos de un país emergente como Colombia frente a los Bonos del Tesoro de Estados Unidos con el mismo vencimiento. De acuerdo al Índice de Bonos Emergentes (20102) se mide el riesgo implícito en la tenencia de títulos del gobierno colombiano en comparación con la tenencia de títulos del Gobierno Estadounidense", que se supone tienen mínimo riesgo de incumplimiento.

A continuación se relaciona, tanto las variables a tener en cuenta como el proceso mediante el cual se hace la estimación de la rentabilidad esperada de los inversionistas aplicable al presente proyecto:

**Tabla 45 Modelo CAPM: Cálculo de la rentabilidad esperada del inversionista**

<b>Modelo Capital Asset Pricing Model - Rentabilidad Esperado por los inversionistas en COP</b>		
Re (USD)= Tasa Libre de Riesgo + Beta x (Tasa del Mercado - Tasa Libre Riesgo) + EMBI		
Tasa Libre de Riesgo <sup>2</sup>		6,00%
β (Sect. Construcción de Viviendas - Homebuilding) en Mercado Emergentes que incluye COL) <sup>2</sup>		0,87
Tasa del Mercado (DTF ó Depósitos A Terminio Fijo Colombia Septiembre/12) <sup>1</sup>		5,41%
EMBI (Riesgo País Colombia Enero 2012-Calificación Baa3) <sup>2</sup>		9,00%
<b>Modelo CAPM - Cálculo de la Rentabilidad Esperado por los inversionistas en COP</b>		
Re (USD)= Tasa Libre de Riesgo + Beta x (Tasa del Mercado - Tasa Libre Riesgo) + EMBI		
Re (USD)= 6% + 0,87 x (5,2 % - 6%) + 3 %		
Rentabilidad Esperada por Inversionistas del Proyecto en Dólares (USD) =	14,49%	
Devaluación Promedio según Banco de la República		5,33%
Rentabilidad Esperada por Inversionistas del Proyecto en Pésos (COP) =	(1 + Re(USD)) x (1 + Dev. Promedio)	
<b>Rentabilidad Esperada por Inversionistas del Proyecto en Pésos (COP) =</b>	<b>20,6%</b>	Tasa de utilidad que esperan los inversionistas
FUENTE: 1- Aswath Damodaran; Stern School of Business at New York University; Se encuentra en: <a href="http://www.damodaran.com">www.damodaran.com</a>		
2 - Banco de la República; DTF 2012; Colombia; Se encuentra en: <a href="http://www.banrep.gov.co/documentos/series-estadisticas/informes/bie.pdf">http://www.banrep.gov.co/documentos/series-estadisticas/informes/bie.pdf</a>		
3 - Ministerio de Hacienda y Crédito Público; Se encuentra en: <a href="http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/MinHacienda1/haciendapublica/presupuesto/programacion/inicio/Programa_pptal/eice/2009/1.Criterios%20de%20Programacion%20EICE.pdf">http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/MinHacienda1/haciendapublica/presupuesto/programacion/inicio/Programa_pptal/eice/2009/1.Criterios%20de%20Programacion%20EICE.pdf</a>		

Fuente: ministerio de hacienda y crédito publico

Luego de realizar el respectivo cálculo de la rentabilidad esperada por parte de los inversionistas se concluyó que de acuerdo a la naturaleza del proyecto, los inversionistas del proyecto esperan que los recursos invertidos en éste generen como mínimo un 20,6% teniendo en cuenta el mercado del sector de la construcción y los riesgos implícitos en el mismo.

### Flujo de Fondos Proyectado

En esta parte del análisis financiero se muestra el flujo de fondos estimado para el proyecto VISR con sistema hidrosanitario y de abastecimiento sostenible en el sector el Cove de San Andrés Islas.

Para la proyección del Flujo de Fondos se tuvo en cuenta lo siguiente:

Ingresos generados que corresponden al precio de venta de las VISR (47'000.000) y el número de unidades construidas mensualmente y que se estima vender.

Los egresos en que se incurre en el desarrollo del mismo, como los costos y gastos, tanto fijos como variables. Los fijos son aquellos que se incurren independientemente que se construya o no; mientras que los variables dependen de las unidades que se construya.

La inversión de capital de trabajo (IKW) son los requerimientos de dinero para cubrir sus costos y gastos que tiene un proyecto durante su ejecución, sin tener que frenar la operación o desarrollo del mismo por carencia de recursos. Además, incluye los recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto antes de generar algún ingreso.

A continuación se muestra el flujo de fondos estimado para el proyecto. Se estimaron trece (13) periodos. Periodo inicial o periodo pre operativo, que corresponde al periodo justo antes de la puesta en marcha del proyecto y los doce (12) periodos restantes, que constituyen la parte de la ejecución del proyecto.

Fuente: Los Autores

**FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO - VISR CON SISTEMA HIDROSANITARIO Y DE ABASTECIMIENTO SOSTENIBLE EN EL SECTOR "EL COVE" SAN ANDRÉS ISLAS**

RUBROS	Periodos	0 Mes	I Mes	II Mes	III Mes	IV Mes	V Mes	VI Mes	VII Mes	VIII Mes	IX Mes	X Mes	XI Mes	XII Mes
+	Producción	Pn		1 Unidades VIS	1 Unidades VIS	2 Unidades VIS	2 Unidades VIS	2 Unidades VIS	2 Unidades VIS	3 Unidades VIS	3 Unidades VIS	3 Unidades VIS	3 Unidades VIS	3 Unidades VIS
+	Precio	Pr	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000
-	Costo variable unitario	CVU	\$ 26.336.485	\$ 27.653.309	\$ 28.180.039	\$ 28.706.769	\$ 29.233.498	\$ 29.760.228	\$ 30.286.958	\$ 30.813.687	\$ 31.340.417	\$ 31.867.147	\$ 32.657.241	\$ 33.183.971
+	Ingresos	In	\$ -	\$ 47.000.000	\$ 47.000.000	\$ 94.000.000	\$ 94.000.000	\$ 94.000.000	\$ 94.000.000	\$ 141.000.000	\$ 141.000.000	\$ 141.000.000	\$ 141.000.000	\$ 141.000.000
-	Costos variables totales	CVT	\$ -	\$ 26.336.485	\$ 27.653.309	\$ 56.360.078	\$ 57.413.537	\$ 58.466.997	\$ 59.520.456	\$ 90.860.873	\$ 92.441.062	\$ 94.021.251	\$ 95.601.441	\$ 97.971.724
-	Costos fijos	CF	\$ -	\$ 6.490.078	\$ 6.490.078	\$ 6.490.078	\$ 7.268.887	\$ 7.268.887	\$ 7.268.887	\$ 8.504.598	\$ 8.504.598	\$ 8.504.598	\$ 10.205.518	\$ 10.205.518
-	Gastos fijos	GF	\$ -	\$ 337.500	\$ 506.250	\$ 556.875	\$ 623.700	\$ 717.255	\$ 839.188	\$ 1.007.026	\$ 1.238.642	\$ 1.548.303	\$ 1.966.344	\$ 2.536.584
-	Gastos variables	GV	\$ -	\$ 3.402.680	\$ 3.572.814	\$ 3.822.911	\$ 4.205.202	\$ 4.415.462	\$ 4.724.545	\$ 5.196.999	\$ 5.456.849	\$ 5.729.691	\$ 6.016.176	\$ 6.316.985
-	Gastos de intereses	GI	\$ -	\$ 364.653	\$ 335.338	\$ 305.832	\$ 276.135	\$ 246.243	\$ 216.158	\$ 185.876	\$ 155.397	\$ 124.720	\$ 93.843	\$ 62.765
-	Depreciaciones	D	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-	Amortización preoperativos	AP	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-	Valor en libros activos fijos no vendidos	VLAFFNV	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
=	<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>UAI</b>	\$ -	\$ 10.068.604	\$ 8.442.211	\$ 26.464.226	\$ 24.212.539	\$ 22.885.155	\$ 21.430.766	\$ 35.244.627	\$ 33.203.451	\$ 31.071.437	\$ 27.116.679	\$ 23.906.425
-	Impuestos	35%	\$ -	\$ 3.524.012	\$ 2.954.774	\$ 9.262.479	\$ 8.474.389	\$ 8.009.804	\$ 7.500.768	\$ 12.335.620	\$ 11.621.208	\$ 10.875.003	\$ 9.490.838	\$ 8.367.249
=	<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>UDI</b>	\$ -	\$ 6.544.593	\$ 5.487.437	\$ 17.201.747	\$ 15.738.150	\$ 14.875.351	\$ 13.929.998	\$ 22.909.008	\$ 21.582.243	\$ 20.196.434	\$ 17.625.841	\$ 15.539.176
+	Depreciaciones	D	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+	Amortización preoperativos	AP	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+	Valor en libros activos fijos no vendidos	VLAFFNV	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+	Valor de desecho	VD	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-	Inversión en preoperativos	IP	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-	Inversión en activos fijos	IAF	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-	Inversión en capital de trabajo	IKW	\$ (26.336.485)	\$ 7.900.946	\$ 1.843.554	\$ 2.501.966	\$ 1.171.974	\$ 347.642	\$ 666.313	\$ 1.303.656	\$ 740.055	\$ 458.255	\$ 797.995	\$ 439.819
+	Recuperación del capital de trabajo	RKW	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.164.310
+	Préstamos recibidos	PR	\$ 56.000.000,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-	Amortización prestamos	APR	\$ -	\$ 4.501.884	\$ 4.531.199	\$ 4.560.705	\$ 4.590.402	\$ 4.620.293	\$ 4.650.379	\$ 4.680.661	\$ 4.711.140	\$ 4.741.817	\$ 4.772.694	\$ 4.803.772
=	<b>FLUJO DE FONDOS PROYECTO</b>	<b>FFP</b>	\$ 29.663.515	\$ (5.858.237)	\$ 2.799.792	\$ 15.143.008	\$ 12.319.721	\$ 10.602.699	\$ 9.945.932	\$ 19.532.003	\$ 17.611.159	\$ 15.912.872	\$ 13.651.142	\$ 11.175.223

Los flujos de fondos del proyecto, son los siguientes:

Tabla 46 proyección flujos de fondos.

Los Flujos de Fondos Proyectados (FPP) son:	PERIODO	FLUJO DE FONDOS
	0 MES	\$ (29.663.515)
	I MES	\$ (5.865.344)
	II MES	\$ 2.791.749
	III MES	\$ 15.134.016
	IV MES	\$ 12.309.766
	V MES	\$ 10.591.768
	VI MES	\$ 9.934.012
	VII MES	\$ 19.519.080
	VIII MES	\$ 17.597.220
	IX MES	\$ 15.897.902
	X MES	\$ 13.635.129
	XI MES	\$ 11.158.151
XII MES	\$ 18.867.025	

Fuente: los autores

Al efectuar un análisis de los flujos obtenidos podemos concluir que:

- Para el mes 0, se obtiene un flujo negativo debido a que no se genera ningún ingreso y los egresos corresponden a los recursos requeridos para la puesta en marcha del proyecto. Además, se relaciona los recursos obtenidos a través de la financiación, anteriormente descrita.
- En el Mes I se tiene un flujo de fondos negativo ya que las unidades producidas no absorben los costos incurridos en la ejecución del proyecto.
- A partir del Mes II se obtienen flujos positivos ya que la cantidad de unidades construidas, que generan ingresos, absorben los egresos que involucra la ejecución del proyecto.
- A partir de una mayor producción o construcción de VISR, algunos costos son repartidos entre los ingresos generados por cada unidad lo que reduce costos, y a su vez genera flujos positivos.

- A través del tiempo y con un mayor número de unidades VISR construidas, se obtiene el beneficio o rentabilidad esperada.

### Capital de Trabajo

Para el cálculo de la inversión del capital de trabajo, se debe tener en cuenta que deben existir recursos que cubran los costos y gastos que el proyecto requiere para su puesta en marcha y su normal ejecución, motivo por éstos recursos deben ser estimados antes de iniciar cualquier proyecto.

Para el presente proyecto, se estimó los requerimientos de capital de trabajo “IKW Estimado Requerimientos” para cada periodo con base en Costos y Gastos inherentes al proyecto, para finalmente definir cuáles es la Inversión de Capital de Trabajo (IKW) en los periodos, y que están relacionados a continuación.

Tabla 47 Inversión capital de trabajo

Inversión en Capital de Trabajo IKW													
Concepto	Inicial	I MES	II MES	III MES	IV MES	V MES	VI MES	VII MES	VIII MES	IX MES	X MES	XI MES	XII MES
Costos y Gastos		\$ 26.336.485	\$ 27.653.309	\$ 28.180.039	\$ 28.706.769	\$ 29.233.498	\$ 29.760.228	\$ 30.286.958	\$ 30.813.687	\$ 31.340.417	\$ 31.867.147	\$ 32.657.241	\$ 33.183.971
IKW Estimado Requerimientos	\$ 26.336.485	\$ 18.435.540	\$ 16.591.986	\$ 14.090.019	\$ 12.918.046	\$ 12.570.404	\$ 11.904.091	\$ 10.600.435	\$ 9.860.380	\$ 9.402.125	\$ 8.604.130	\$ 8.164.310	\$ 6.636.794
IKW	\$(26.336.485)	\$ 7.900.946	\$ 1.843.554	\$ 2.501.966	\$ 1.171.974	\$ 347.642	\$ 666.313	\$ 1.303.656	\$ 740.055	\$ 458.255	\$ 797.995	\$ 439.819	
RKW													\$ (8.164.310)

Fuente: los autores

### 6.5 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO DE VISR

Los indicadores usados en la evaluación financiera del presente proyecto, sirven para determinar la viabilidad del proyecto en términos financieros.

De acuerdo con los flujos de fondos proyectados se calcularon los siguientes indicadores de Factibilidad y viabilidad:

Tabla 48 Indicadores de Evaluación Financiera del proyecto

EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO	<i>Valor Presente Neto:</i>	\$ 6.891.375,52
	<i>Valor Futuro Neto:</i>	\$ 65.161.545,16
	<i>TIR:</i>	24,47%
	<i>TIRM:</i>	22,28%

Fuente: los autores

#### 6.5.1 Valor Presente Neto (VPN ó VNA):

<i>Valor Presente Neto:</i>	\$ 6.891.375,52
-----------------------------	-----------------

Éste valor según Guevara y Vallejo (2005) “representa la diferencia entre el total de los ingresos y de los egresos que se generarán a lo largo de la vida del proyecto teniendo en cuenta el valor de cada uno de estos en el tiempo”, es decir, estima el valor de la diferencia entre los ingresos y los egresos en el presente o al inicio del proyecto.

Si obtenemos un resultado positivo (\$ 6.891.375,52), indica que el negocio estudiado arroja una rentabilidad superior a la exigida por el inversionista (Rentabilidad Esperada = 20,6%), motivo por el cual se da la aceptación de factibilidad y viabilidad del proyecto.

#### 6.5.2 Valor Futuro Neto (VFN):

<i>Valor Futuro Neto:</i>	\$ 65.161.545,16
---------------------------	------------------

Según Universidad Nacional (2012) el valor futuro neto corresponde a la “utilidad o pérdida al final del horizonte objeto de la evaluación, resultante de invertir en el proyecto y no a la tasa de oportunidad del inversionista”.

Arrojando el cálculo del VFN un valor de \$65.161.545,16, se interpreta que la decisión del inversionista y en sí de la ejecución del proyecto como tal, va a generar un beneficio en

un horizonte de tiempo. Al obtener tanto un VPN como un VFN con valor positivo, uno apoya al otro, se puede decir que se daría la aceptación a la ejecución del proyecto.

#### 6.5.3 Tasa Interna de Retorno (TIR):

<i>TIR:</i>	24,47%
-------------	--------

La TIR obtenida tras la evaluación de los flujos de fondos(24,47%)es superior a la rentabilidad esperada de los accionistas(20,6%).Éste resultado demuestra que las proyecciones están generados beneficiosos a los inversionistas que desean involucrarse en el proyecto al aportar sus recursos, además se configura como una tasa que implica una retribución sustancial a los promotores del proyecto.

Sin embargo según Gutiérrez (1998), la TIR supone por si sola que los flujos de fondos obtenidos en el periodo se reinvierten en la tasa de rentabilidad esperada por el inversionista cosa que no sucede normalmente en los negocios y además, solo muestra la “rentabilidad que se obtendrá por mantener en un negocio, el saldo no recuperado de la inversión inicial”.

De acuerdo con los motivos expuestos, es más conveniente tener en cuenta la Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM) o también conocida como la Tasa Verdadera de Rentabilidad (TVR).

#### 6.5.4 Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM):

<i>TIRM:</i>	22,28%
--------------	--------

La TIRM o TVR corresponde a la tasa de rentabilidad de un flujo de caja que tiene en cuenta el costo en que se incurre, según Gutiérrez (1998) para “financiar los egresos del negocio y el beneficio obtenido por la reinversión de los ingresos que genera la inversión”. Es decir que tiene en cuenta el costo, para el proyecto, el capital aportado por los



inversionistas y el costo de la deuda, lo que hace que su cálculo signifique una aproximación más realista y precisa.

Siendo la TIRM o TVR de 22,28%, superior a la rentabilidad esperada de los accionistas de 20,6%, nos da un parámetro de aceptación financiera al proyecto, puesto que le genera valor a quienes toman la decisión de tomar el riesgo de invertir en el proyecto.

#### 6.5.5 Relación Beneficio/Costo (RBC):

<i>Relación Beneficio / Costo</i>	or Presente Valor Futuro):	\$ 36.554.891	<b>1,59 Relación Beneficio/Costo</b>
	Costo:	\$ 23.016.972	

La relación de beneficio versus el costo es de 1,59. Cualquier relación B-C mayor a 1 significa que los ingresos son mayores que los costos, es decir que los beneficios son mayores que los sacrificios en que tiene que incurrir el promotor del proyecto, por ende el proyecto genera beneficios a quienes ponen a disposición sus recursos al proyecto.

#### 6.5.6 Periodos de Recuperación (PR):

Tabla 49 Periodo de Recuperación

Descripción	0 Mes	I Mes	II Mes	III Mes	IV Mes
<i>FFP</i>	\$ (5.757.358)	\$ 2.900.671	\$ 15.243.887	\$ 12.432.705	\$ 10.715.683
<i>Periodos de Recuperación</i>	\$ (35.420.873)	\$ (32.520.203)	\$ (17.276.316)	\$ (4.843.610)	\$ 5.872.073
<i>: IKW Periodos</i>		1 Periodo	1 Periodo	1 Periodo	0,5 Periodo
<b>El número de Periodos en que se Recupera la Inversión (1 + 1 + 1 + 0,5):</b>		<b>3,5 Periodos</b>			

Fuente: los autores

El periodo de recuperación según Musso (2009) “Se obtiene contando los números de periodos que toma igualar los flujos de caja acumulados con la inversión de capital de trabajo inicial”.

Es decir, cuando los flujos generados durante el proyecto son lo suficientes para recuperar la Inversión de Capital de Trabajo.

La estimación del número de periodos en que se demora en recuperar la IKW muestra que se requieren 3,5 periodos para recuperar éste monto, lo que quiere decir que se tarda 3 meses y 15 días en recuperar la estimación de capital de trabajo requerido, es decir, que los ingresos generados logran recuperar la inversión de capital de trabajo en un lapso de 3 meses y 15 días.

Sin embargo, si en la práctica los flujos de fondos son más positivos y beneficiosos para la compañía el periodo sería menor, pero siempre los requerimientos de capital de trabajo deben ser recuperables para que se dé la aceptación financiera del proyecto.

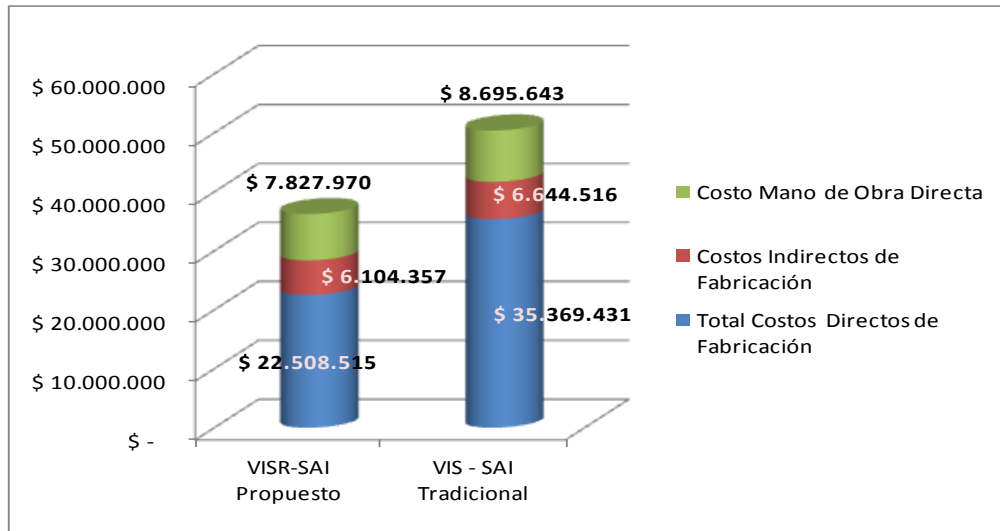
6.5.7 Comparación entre el costo de una VISR con las especificaciones del “sistema hidrosanitario y de reabastecimiento sostenible” y las viviendas de interés social rural construidas de manera habitual.

Las siguientes gráficas ponen en evidencia el costo elevado de una VISR con los elementos y características tradicionales, con respecto al costo de las VIS que corresponden a un diseño de reabastecimiento sostenible y diferenciable por su sistema hidrosanitario, propuesto en el presente proyecto.

Cambiando el paradigma de creer que cuando se integran sistemas de ahorro o favorables al medio ambiente, se incurre en un costo más elevado.

En la siguiente gráfica se plasman los valores en pesos colombianos (\$COP) de los costos en que se incurre en el desarrollo de las VISR propuestas, además de gráficamente la proporción de los mismos, en la composición del costo total de las dos modalidades de construcción de las VIS:

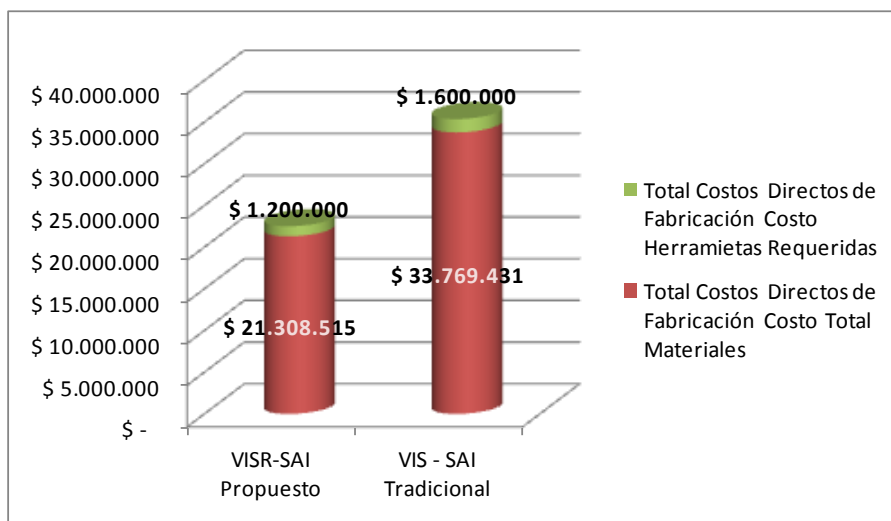
Gráfica 25 Comparativo VISR Propuesta Vs. VISR Tradicional (COP)



Fuente: los autores

La más significativa y atribuible cualidad al diseño del presente sistema, es la reducción del costo de su construcción, sin descuidar o desmejorar la calidad tanto de materiales como de lo ofrecido en general. Lo anterior se puede observar en la siguiente gráfica comparativa.

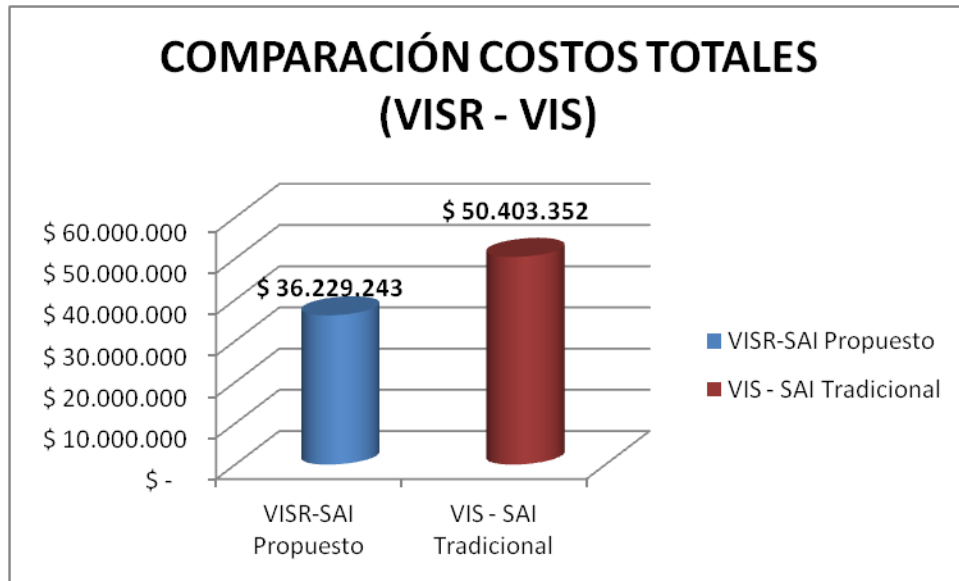
Gráfica 26 Gráfica Comparativa de Costos Directos de Fabricación (Herramientas y materiales) entre las dos opciones de VISR en Pesos (COP)



Fuente: los autores

Se puede evidenciar a través de la siguiente gráfica que existe una diferencia sustancial y evidente entre los costos de los dos tipos de proyectos.

Gráfica 27 Comparacion VISR -VISR con sistema eficiente



Fuente: los autores

Por último, se debe anotar los beneficios que obtienen los beneficiarios (familias de escasos recursos) al optar por el diseño ya que tendrán una mejora sustancial en su calidad de vida debido a un ahorro significativo en el consumo de recursos naturales, así como en el valor que tienen éstos en la Isla de San Andrés y una solución a la escases en el acceso que tienen los habitantes de la isla a éstos.

## **RESULTADOS**

A partir del desarrollo de las etapas planteadas para la elaboración y concepción de una alternativa sostenible para el abastecimiento y manejo de aguas en una vivienda de interés social rural en el sector el Cove de la isla de San Andrés fue diseñado el modelo de vivienda de interés social, ajustada a las condiciones ambientales y socio económicas del sector, las redes hidrosanitarias y los sistemas de captación y tratamiento de aguas; que hacen parte de la alternativa de abastecimiento y manejo de aguas, esta investigación arroja los siguientes resultados:

### **Arquitectónico**

Como resultado de la concepción de una VISR para el sector del Cove, en función de las variables meteorológicas y financieras, fue obtenido un modelo de VISR con capacidad de alojamiento para cuatro personas.

Las dimensiones obtenidas en la concepción de la unidad habitacional fueron las siguientes: 11,06 m de largo por 7.03 m ancho, con un área total de 77, 7518 m<sup>2</sup>. Las especificaciones técnicas respecto a estructura y equipamientos de la VISR se encuentran dentro de la descripción del modelo visto en planta.

Como complemento de lo descrito, recurre al plano 1 de los anexos donde se encuentran los detalles de la VISR propuesta.

### **Sistema de abastecimiento y captación de aguas lluvias**

Como resultado del desarrollo en la etapa de diseño de la red hidráulica para el modelo de VISR propuesta en función de la sostenibilidad ambiental y económica, se obtuvo un sistema de distribución mediante el empleo de la fuerza gravitatoria a través de un tanque elevado a 3m de altura y con una capacidad de almacenamiento de agua de 1000L.

La alimentación del tanque elevado, se dispuso mediante el empleo de un dispositivo de ariete, la captación de aguas lluvias se realizó a través de un mecanismo de filtración rápida junto con una unidad denominada interceptor de las aguas de lavado, para su posterior almacenamiento en un tanque bajo de 5000L.

Con la integración de la red hidráulica y el mecanismo para la captación de aguas lluvias, se obtiene un sistema de abastecimiento sostenible para una VISR, brindándole a esta la capacidad de autoabastecimiento de agua potable durante 23 días aproximadamente, este sistema se muestra en los planos 2,3 y 4, incluyendo las especificaciones del abastecimiento y captación de aguas lluvias.

### **Sistema de manejo y tratamiento de aguas grises y negras**

Como resultado del diseño de un sistema de manejo y tratamiento de aguas negras y grises para una VISR en el sector del Cove, se determinaron los componentes individuales para el tratamiento de las aguas negras y grises generadas dentro de las VISR propuesta, con el objeto de lograr el mayor aprovechamiento de los vertimientos sin que se generen riesgos al medio ambiente y a la salud de sus ocupantes, estos componentes son presentados a continuación:

- **Mecanismo de manejo y tratamiento de aguas grises:** esta unidad recibe las aguas servidas del lavadero, lava manos y ducha. Se encuentra compuesta inicialmente por una red de recirculación de aguas grises. Esta red inicia con una trampa grasas para la remoción de grasas y aceites dentro del efluente, posteriormente atraviesa un filtro para la remoción del material suspendido para su posterior recirculación y empleo en la descarga del sanitario y lavado de patio. Para comprender el sistema ver planos 5, 6 y 7
- **Mecanismo de manejo y tratamiento de aguas negras:** La unidad de aguas negras está compuesta por 2 cajas de inspección, una en la entrada del sistema resultado de la desviación de las aguas negras producidas por el inodoro y la cocina, esta línea de descarga lleva a un tanque séptico Imhoff el cual tiene como función la recepción y el procesamiento de las aguas negras, la siguiente unidad del sistema es el filtro anaerobio cuya función es la eliminación de la materia

orgánica soluble y por ultimo un pozo de absorción cuya función es infiltrar al terreno el agua del afluente tratado. para comprender el sistema ver planos 8 y 9.

Las redes y unidades de tratamiento descritas, en conjunto conforma la alternativa sostenible para el abastecimiento y manejo de aguas en una vivienda de interés social rural en el sector el Cove de la isla de San Andrés, debido a que brindan la posibilidad de reducir el consumo de agua para la ejecución de actividades domésticas mediante la recirculación y/o aprovechamiento de las aguas grises y negras, además de potenciar la capacidad de almacenamiento de las viviendas con difícil acceso a este recurso mediante la captación de aguas lluvias.

## CONCLUSIONES

A nivel nacional en la mayoría de proyectos desarrollados de manera masiva para la vivienda de interés social, no han sido tenidos en cuenta , la implementación de ningún tipo de sistema hidrosanitario capaz de recuperar los efluentes producidos por las actividades cotidianas, esto se refleja en el departamento de San Andrés; respecto a lo arquitectónico es necesario integrar estos sistema de abastecimiento a viviendas que contemplen el uso de nuevos materiales de construcción como el plycem , estos materiales reducen el uso de recursos naturales endémicos y disminuyen los impactos ambientales asociados a la deforestación.

Las áreas de construcción para climas cálidos necesitan ser ampliadas debido a que en Colombia se planea la construcción de VIS para familias de 3 personas cuando en realidad la unidad familiar es superior, está entre 4 a 6 personas en sectores como el Cove

La implementación del sistema para el abastecimiento y manejo de aguas propuesto; dentro de las VIS y/o VISR, en regiones de difícil acceso al servicio público de agua potable y alcantarillado. Puede convertirse en una solución práctica a dicho problema, partiendo de que este sistema permite un satisfacer la necesidad de agua potable por 2.2 semanas, equivalente a 20 días aproximadamente, para una vivienda habitada por cuatro habitantes en promedio.

El sistema propuesto permite tener una reducción en el consumo de agua potable, a partir de que el aparato sanitario que demanda la mayor unidad de consumo de agua potable (sanitario), se encuentra alimentada por un sistema de tratamiento y recirculación de aguas grises. Reduciendo el consumo de agua potable y a la misma vez evitando la posible contaminación de los suelos y cuerpos de agua circundantes.

Asumiendo un caudal de descarga de la red sanitaria aprovechable de 0.35L/s y previendo una ocupación del inmueble de 8 h, podrían ser aprovechados 28.8L/8h. Lo



que para un sanitario con caudal de descarga de 0.1L/s, podría bajarse el baño durante 28 veces en 8 horas.

En la determinación del módulo de consumo para el sector del Cove, se obtuvo una dotación promedio de 64,68 L/hab-día. Según el RAS 2000 para lugares con condiciones similares a las del Cove; la dotación debe ser de 150 L/hab-día. La comparación entre estos dos valores existe una diferencia de 85,32L/hab-día. Esta diferencia se convierte en la variación del consumo de agua potable, debido a las condiciones ambientales, económicas y socioculturales que cambian de un lugar a otro modificando el módulo de consumo de agua potable dentro de cada una de ellas. Lo que genera alteraciones significativas en los diseños hidráulicos y sanitarios para realizados a nivel nacional, generando un posible sobredimensionamiento de dichos sistemas e incurriendo en sobre costos para la construcción de las viviendas.

Los pobladores del sector del Cove deben realizar todas sus actividades domésticas con el 43,12% del 100% agua potable que se estima debe tener un habitante para sitios con estas condiciones según el RAS 2000 que es de 150 L/hab-día. Entonces se puede corroborar el déficit de agua potable existente en el sector del Cove, partiendo del hecho que la cobertura de la red de acueducto no alcanza a satisfacer la necesidad de agua a la cual debe tener acceso es de 150 L/hab-día.

La totalidad de los indicadores que se usaron para determinar la factibilidad y viabilidad del proyecto, dieron como resultado una aceptación del proyecto a nivel financiero y de beneficios que genera, motivo por el cual se da la aceptación total y absoluta del proyecto, lo anterior motiva a involucrar a agentes externos, tanto públicos como privados, a tomar la decisión de poner recursos para la ejecución del proyecto que genera tanto beneficios económicos a quienes toman el riesgo, como también a quienes les fue orientado el presente proyecto: "la población de escasos recursos". Para que ellos tengan derecho y la real posibilidad de tener algún día una casa propia y por sobre todo que supere las expectativas y sea reconocida como una solución, antes las carencias que tienen estas personas y más aún en la Isla de San Andrés.

Al realizar el comparativo entre los dos proyectos teniendo en cuenta el precio de venta de \$47.000.000 determinado para la VISR con el sistema de abastecimiento y manejo de aguas. Con respecto al proyecto de VIS; realizado en las islas de San Andrés Providencia y Santa Catalina que es de \$50.403.352 obtenemos una diferencia de \$3.403.352, que equivale a 7,24% de la inversión para la construcción la VISR propuesta, este resultado le brinda al proyecto otro beneficio económico debido los costos incurridos por la integración de un sistema de abastecimiento y manejo de aguas para una VIS o VISR, son compensados con su diseño arquitectónico, logrando así desarrollar una VISR con un sistema de abastecimiento y manejo de aguas sostenible. Con menor costos que los proyectos ya ejecutados que no contemplan este tipo de sistemas.

Todo lo anterior partiendo de la bondad económica, que brindan el empleo de sistemas livianos para la construcción de las viviendas de interés social rural se permite integrar este sistema para el manejo y abastecimiento de aguas en una VISR sin que esta aumente desmesuradamente de valor.

Es factible implementar un sistema de manejo y aprovechamiento de aguas lluvias, negras y grises, debido a las fortalezas que presenta este proyecto en lo ambiental, social, cultural y económico que presenta el modelo de VISR propuesto, debido a que conserva el patrimonio cultural de la zona, además de que el régimen de precipitaciones registrado en la zona, posibilita suplir. La necesidad de agua durante la mayor parte del año. Respecto al vertimiento de aguas negras permite reducir los impactos ambientales sobre el suelo directamente debido a los vertimientos de dichas aguas.

El parámetro que describe a simple vista la viabilidad económica del proyecto es la relación beneficio costo, que para este caso es de 1,59; lo que significa por cada 0,59 pesos de gasto para la VISR se genera 1 pesos de beneficio.

Respecto a la viabilidad técnica del proyecto también presenta factibilidad debido a que para la concepción de la unidad habitacional se tuvo en cuenta la facilidad de adquisición, instalación y mantenimiento de cada material así como la durabilidad de estas frente a los fenómenos atmosféricos y meteorológicos características de esta zona del Caribe, también se puede corroborar mediante con la VPN que es de \$ 6.891.375,52 lo que

significa que la diferencia entre los beneficios económicos de la VISR fueron mayores que los gastos de la misma por su operación corroborando la viabilidad económica del proyecto.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda construir un modelo de la VISR propuesta, a escala real con el objeto de verificar las condiciones de operación del sistema diseñado. Además de establecer si en los periodos de sequia, la capacidad de los tanques de almacenamiento propuestos alcanzan a mitigar la necesidad de agua durante este lapso en unidades de tiempo.

Se recomienda proponer nuevas concepciones arquitectónicas y estructurales de las VISR, debido a que estos factores se encuentran condicionados, por variables socioeconómicas y culturales. Partiendo de que a que algunos materiales que son de fácil adquisición en la zona continental, su costo de adquisición aumenta en 70-80% de su valor, haciendo que las tendencias arquitectónicas sean enfocadas hacia el empleo de materiales livianos y de alta resistencia contrastando con los lineamientos planteados en el EOT para la construcción de VIS y VISR en las islas.

Con el objeto promover las adquisiciones de vivienda económicas, técnicamente seguras y enfocadas hacia la sostenibilidad ambiental, se recomienda el desarrollo de investigaciones sucesivas en función de las condiciones ambientales y socioeconómicas de la zonas donde se pretenden desarrollar proyectos de VIS y VISR, a fin de determinar el poder adquisitivo de la población a beneficiar directamente y por consiguiente el monto máximo monetario que se puede emplear para la concepción de una unidad habitacional de interés social en función del sitio.

Se recomienda evaluar las nuevas concepciones de VISR, a fin de estructurar e integrar dentro de este tipo de unidad habitacional, criterios de sostenibilidad ambiental junto con la ergonomía, buscando obtener como resultado el mejoramiento de la calidad de vida de la población que adquiere este tipo de vivienda.

Para tener un parámetro de comparación respecto a la eficiencia y economía de esta alternativa frente a otros sistemas similares, se recomienda la realización de análisis

técnicos y económicos entre estos sistemas, con el objeto de identificar cual es el más eficiente y económico, tomando como fundamento esta relación (eficiencia/economía) como parámetro de comparación. Es posible definir cuál es la mejor alternativa para el manejo y abastecimiento de aguas para una vivienda de interés social para el sector del Cove en la isla de San Andrés.

Se recomienda realizar la limpieza periódica al filtro de aguas lluvias, debido a que la sobresaturación de este puede aumentar la turbiedad del agua depositada en el tanque de almacenamiento, también se recomienda la limpieza periódica al filtro de aguas grises para evitar la generación de olores por descomposición de material orgánico arrastrado.

Se recomienda que el constructor desarrolle un manual de usuario que especificando, las actividades a realizar para una correcta operación del sistema también se recomienda como complemento a este manual como, crear una lista de chequeo para la puesta en marcha del sistema de la alternativa de abastecimiento y manejo de aguas en una VISR y verificación del estado de las unidades del sistema.

Se recomienda mantener cubiertos los tanques de almacenamiento de aguas lluvias debido a que la entrada de luz propicia el crecimiento de algas que para el caso del tanque bajo puede obstruir la línea de alimentación del dispositivo de ariete.

## BIBLIOGRAFÍA

Arango G, Gonzales L, Wolf G, Echavarría J (1999) “La Vivienda Futura y las Nuevas Formas de Habitar” documento de investigación .CINDEC –CEHAP.

Arango, Silvia (1990). Historia de la Arquitectura en Colombia, op. cit., p. 251.

Avella G. (2003) Antecedentes Históricos de la Deuda Colombiana Papel Amortiguador de la Deuda .Bogotá, Colombia.. Banco de la República.

Cepeda S. (1998) Manual de Instalaciones Sanitarias Aire Gas y Vapor. Limusa. 2ed. Grupo Noriega Editores.

Camacol (2010).Manual de Especificaciones Técnicas de Construcción, Procedimiento Técnico Construcciones Sobre Cimientos 12.PC05.020. Medellín.

Carmona P. (2005) Agua, Desagües y Gas para Edificaciones Diseño y Construcción .5ed.Ecoediciones. pg 30 (70).

Castro R y Pérez R (2009) Saneamiento Rural y Salud. Guía Para Acciones a Nivel Local Tecnologías Para Disposición de Excretas y Aguas Residuales Capítulo 6, pg 157.

CEPIS (2003) Unidad de apoyo técnico Para el Saneamiento Básico del Área Rural, Especificaciones Técnicas Para el Diseño de Tanques Sépticos.

Constitución Política de Colombia. Capítulo II de los derechos sociales, económicos y culturales. Artículo 51.

Ley 3 del 15 de enero de 1991.

Ley 46 de 1918 Constitución Colombiana de 1886.

Ley 388 de 1997.CapituloIV de la protección de los moradores en proyectos de renovación urbana. Artículo 44.

Ley 617 de 2000

Ley 1450 de 2011.Título I disposiciones generales.

Decreto 325 del 2003.Departamento de San Andrés Providencia y Santa Catalina. Por el cual se complementan y ajustan las Unidades de Planificación Insular.

Decreto 475 de marzo 10 de 1998, capítulo 3.

Decreto número 1789 del 3 de junio de 2004 sobre sociedades especializadas en arrendamiento.

Decreto 327 de 2004.Bogota 11 de octubre de 2004

Resolución 2115 de junio 22 de 2007.

Crane V. (1989).Flujo de Fluidos en Válvulas Accesorios y Tuberías. México: McGraw-Hill, rev. téc. Clemente R.

DANE (2009) Departamento Administrativo Nacional de Estadística Metodología Índice de Costos de la Construcción de Vivienda.

Espinosa R. (2003). El Estado en la Construcción de las Aéreas Residenciales en Bogotá pg 3,4.

Galicia. A. (1991). Introducción a la Metodología de la Investigación en Ciencias de la Administración y el Comportamiento México.Trillas.

Hernández R. (2010) .Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill.4 edición.

Hurtado G. y Saavedra H. (2010). Características Climáticas de Providencia y Santa Catalina. IDEAM. Santa Fe de Bogotá.pg 3.

Grupo de Investigación Salud Pública (2006), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia La Pandemia de Gripe de 1918-1919 en Bogotá y Boyacá, 91 años después, articulo.

IDEAM (2004) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía de Monitoreo y Seguimiento del Agua.

ICONTEC (2004) Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Código Colombiano de Fontanería.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2011). Normas Aplicables en el Desarrollo de Vivienda de Interés Social. Capítulo 5.

Mott R. (1996). Mecánica de Fluidos Aplicada .4 edición pg. 43.

PGIR (2010) Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Providencia Y Santa Catalina Islas. pg 6

Plan Nacional de Formación Para el Control Social a la Gestión Pública Módulo 8. (2003) Momento de Focalización Control Social a la Vivienda de Interés Social. 2edición.

Ras (2000) Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Título E. Tratamiento de Aguas Residuales municipales. Pg E8.

Rodríguez A. (2006) Diseños hidráulicos, Sanitarios y de Gas en Edificaciones. Escuela Colombiana de Ingeniería .1ed. Bogotá. pg 94,63.

Rojas P. (2011) La Casa Isleña: Tradición Vernácula Hecha en Madera, Revista-mm, edición 47.

Romero J. (2009) Calidad del Agua, Bogotá Escuela Colombiana de Ingenieros. 3edición.

Stephens, A. (2010). Action Social Cooperative Housing Foundation (CHF).



## CIBERGRAFÍA

Caja Compensación Familiar del Cauca; Comfacauca; 2012; Valores subsidio urbanoyRural Documento en línea:[http://portal.comfacauca.com/sites/default/files/kcfinder/files/Valores\\_subsidio%20urbano%20y%20rural%202012.pdf](http://portal.comfacauca.com/sites/default/files/kcfinder/files/Valores_subsidio%20urbano%20y%20rural%202012.pdf); 2012.

Cobian Musso, S. (s.f.). Universidad de Chile. Ingeniería Industrial Universidad de Chile; Se encuentra en: <https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2009/2/.../259830>.

EMBI";ICESI; Índice de Bonos Emergentes - Se encuentra en: <http://www.icesi.edu.co/cienfi/images/stories/pdf/glosario/indice-bonos-emergentes.pdf>

Guevara Miranda, Pedro; Valle Mijangos, Miguel Ángel; Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas Puebla; Marzo; 2005; Se encuentra en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mgc/guevara\\_m\\_p/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgc/guevara_m_p/capitulo4.pdf)

Gutiérrez Carmona, J. (Agosto de 1998). Jg-plan.net. Se encuentra en la página: <http://www.jg-plan.net/PUBLICACIONES/FUNCIONES%20FINANCIERAS%20DEL%20EXCEL.pdf>.

Gutiérrez Carmona, J. (Agosto de 1998). Jg-plan.net. Se encuentra en la página: <http://www.jg-plan.net/PUBLICACIONES/FUNCIONES%20FINANCIERAS%20DEL%20EXCEL.pdf>

Jimenez Jose M Fundación Tierra Documento en línea [http://www.terra.org/data/ariete\\_super.pdf](http://www.terra.org/data/ariete_super.pdf) [http://www.terra.org/data/ariete\\_super.pdf](http://www.terra.org/data/ariete_super.pdf) ; 2010.

Margen-de-contribución. Documento en línea <http://www.gerencie.com/margen-de-contribucion.html>; 2012.

Mascareñas Juan; Universidad Complutense de Madrid; Año 2007; Se encuentra en: <http://www.ucm.es/info/jmas/mon/19.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo [En línea] Colombia, publicada en 2011, 14 de septiembre de 2012 en [http://www.minagricultura.gov.co/02componentes/08rur\\_02vivienda.aspx](http://www.minagricultura.gov.co/02componentes/08rur_02vivienda.aspx).

Modelos de Valoración de Activos; Capítulo 2; documento en línea: [http://www.stockssite.com/mc/03\\_Modelos\\_de\\_valorizacion\\_activos\\_financieros.htm](http://www.stockssite.com/mc/03_Modelos_de_valorizacion_activos_financieros.htm)

Universidad Nacional de Colombia. (2012). Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010045/Lecciones/Cap%209/9-1-3.htm>

Universidad San Carlos de Guatemala; "Tasa Libre de Riesgo"; Se encuentra en: <http://es.scribd.com/doc/62172745/Tasa-de-Libre-de-Riesgo>

## ANEXOS

### Anexo1

Primer intento de vivienda urbana de interés social de construcción masiva en Bogotá.

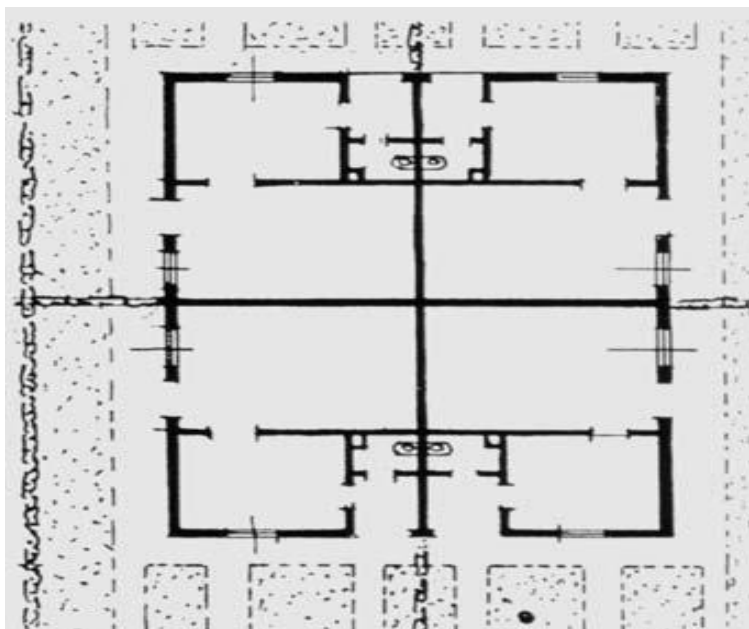


Imagen 2. Barrió Obrero Centenario. Planta Arquitectónica de vivienda, 1938.

Fuente: Brunner, Karl. *Manual de Urbanismo*, Tomo II.

### Anexo 2

Vista vivienda de interés social.

La visita a la VIS se realizó el día 29/02/2012. El proyecto objetivo de la visita pertenece a la localidad de Bosa, Upz el porvenir la dirección Calle 55ª sur número 107- 90. Ciudadela el recreo constructora Bolívar.

Partiendo de las características estructurales se pudo observar lo siguiente:

Las características estructurales: Hace referencia a todos los componentes estructurales como columnas, vigas, paredes, cimientos etc. del inmueble durante su construcción. Hablando de las redes hidrosanitarias que es el foco de nuestra investigación, la evaluación tiene su enfoque en las características técnicas usadas para la construcción

de la red hidrosanitaria, diámetros y calidad de la tubería. Las dimensiones relacionadas a las viviendas de interés social están directamente relacionadas con el Decreto 2060 del 24 de junio de 2004 donde se referencia el tipo de vivienda y las áreas mínimas para cada una de ellas.

Respecto a las características espaciales se evaluó el entorno en el que se construye la vivienda de interés social, haciendo referencia a las características urbanísticas como condiciones ambientales, ocupación del suelo, equipamiento e infraestructura y servicios, en las que se desarrolla el complejo habitacional y los servicios públicos que impacten el bienestar de una comunidad. Otra característica avalada fue el tipo de vivienda: Este ítem relaciona la vivienda de interés social en tres subdivisiones generales según “DANE Metodología Índice de Costos de la Construcción de Vivienda 2009”: VIS-unifamiliar, Vis-multifamiliar o Vis-bifamiliar relacionado en el decreto 2060 del 24 de junio de 2004 pero con la salvedad de las viviendas prioritarias.

Los servicios públicos entregados al culminar el proyecto hacen referencia a las características de los servicios públicos internos que se entregan al culminar el proyecto y los que debe adquirir y legalizar el nuevo propietario. El aspecto socio económico y ambiental fue necesario relacionarlo con planes parciales, ya que un plan parcial es el encargado de en este caso particular delimitar el entorno en el cual se desarrolla la construcción de la vivienda de interés social, según el decreto distrital 1141 del 29 de diciembre de 2000 “los planes parciales son los instrumentos, que desarrollan y complementan las disposiciones de los planes de ordenamiento, para áreas determinadas del suelo urbano y para las áreas incluidas en el suelo de expansión urbana además de las que deban desarrollarse mediante unidades de actuación urbanística, macro proyectos u otras operaciones urbanas especiales”

Esto quiere decir que este proyecto de vivienda de interés social pertenece a un macro proyecto en el distrito que integra una serie de características especiales como la disposición vial, los equipamientos públicos, la estratificación etc. Para el equipamiento urbano se referencian una vía de acceso (avenida ciudad de Cali) para 115,38 hectáreas de construcción, en relación a las vías internas del mega proyecto son de buena calidad pavimentadas en su totalidad con de marcación y andenes en perfecto estado. Respecto

a la estratificación y límites se pudo observar los desarrollos que la constructora llevaba a cabo en otras áreas aledañas, proyectos que involucraron la construcción de VIS-unifamiliar, Vis-multifamiliar en forma de conjuntos residenciales, de conformidad con el decreto 410 del 23 de diciembre de 2004 el cual determina “la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) No. 86, EL PORVENIR, está conformada en un 40% con asentamientos humanos”, donde la estratificación predominantemente es de estratos 1 y 2.

El área de desarrollo de esta UPZ también tiene injerencia de predios sin legalizar lo que hace un problema social asociado a la estratificación, en cuanto a los límites se pueden definir como:

**Norte:** Río Tunjuelito y Camino de Osorio, con la localidad de Kennedy. Y el **Este:** Río Tunjuelito, con la localidad de Kennedy.

Los servicios complementarios asociados a este proyecto visitado se resalta un centro de desarrollo comunitario “Porvenir de Bosa” que básicamente tiene la función de integrar a la actividad productiva a los diferentes actores sociales que se involucran en este núcleo social (mujeres cabezas de familia, desplazados), integrado a este centro de desarrollo se encuentran integrados en la misma área 2 colegios, 4 jardines infantiles y 3 parques vecinales, todo esto dentro del mismo concepto de integración ciudadana y como eje de desarrollo en centro de integración antes mencionado.

### **Medio ambiente**

Se pudo observar en el aspecto ambiental la cercanía al río Bogotá a la altura del Tunjuelo, las características predominantes en la ronda determinan falta de actividades de mantenimiento, protección y preservación ambiental esto se traduce en una falta de consolidación de la zona de manejo y preservación ambiental del Río Bogotá en consecuencia no existe conexión ecológica Principal, lo que lo impide integrarse a el distrito y a la región.

El entorno las áreas ambiental mente consolidadas hace referencia a usos predominantemente residenciales es decir que se asocia zonas verdes y parques.

Por otra parte se observó unatopografía que aseguran una rápida eliminación de las aguas de lluvia, pero es necesario preguntarse si el nivel del suelo están sobre la Cota de la máxima inundación registrada.

### Anexo3

Formato Checklist usado en las visitas a Metro Vivienda.

Check list para diagnóstico de la VIS.			
Características a determinar en la visita.			
Fecha	01 marzo de 2012		
Realizado por	Leonardo García /Suggar Sthepens		
<b>1. Características generales.</b>			
<b>Nombre del desarrollo urbanístico:</b>		Observaciones.	
Ciudadela recreo constructora Bolívar			
<b>Ubicación:</b>	Calle 55 sur numero 107-90	Upz el porvenir	
<b>Clima:</b>	Frio		
<b>Área</b>	48m <sup>2</sup>		
<b>Tipo de vivienda</b>	1 x 2		
<b>Dimensiones:</b>	6.92 x 6.92		
<b>Número de ALCOBAS:</b>	4		
<b>Valor VIS:</b>	50 salario mínimos	25.000.000	
<b>2. Infraestructura disponible</b>			
Existe	Si	No	
Servicio acueducto	✓		
Servicio alcantarillado	✓		
Servicio telefónico		✓	
Servicio energía eléctrica	✓		
Servicio aseo	Es importante resaltar que los servicios que se entregan son provisionales por 2 meses.		
Acceso a transporte publico			
<b>3. Inmueble entorno</b>			
<b>Estrato.</b>			
Vías de acceso	Buen estado a un que solo una vía de acceso principal.		
Áreas verdes	No pero hay un centro de integración con infraestructura adecuada.		
<b>4. Materiales de construcción.</b>			
Características /numero			
Estructurales			
<b>Columnas</b>	<b>Materiales</b>	<b>observaciones</b>	
Vigas	Concreto	Mamposteria estructural.	
Paredes	Bloque estructural	Numero	
Cimientos	Concreto /varillas		
<b>Espaciales</b>	<b>Área</b>		
Baño	-		
Habitación	-		
Sala	-		
Comedor	No hay		
<b>5. Redes hidrosanitaria.</b>			
<b>Red hidráulica</b>			
<b>Tipo de distribución</b>			
Características			Observaciones
<b>Baño</b>	<b>Tipo de tubería.</b>	PVC	Es tipo PVC REXOLIT.
	<b>Diámetro.</b>	PVC	4"(sanitaria) ½" (hidráulica) 2"(ventilación).
	<b>Unidades sanitarias.</b>	PVC	4"(sanitaria) tubería salida ½" (hidráulica) sin accesorios solo tubería.
	<b>Salidas de agua (grifos).</b>	PVC	
<b>Cocina</b>	<b>Tipo de tubería.</b>		Es tipo PVC REXOLIT.
	<b>Diámetro.</b>		4"(sanitaria) ½" (hidráulica) 2"(ventilación).
	<b>Unidades sanitarias</b>		4"(sanitaria) tubería salida ½" (hidráulica) sin accesorios solo tubería.
	<b>Salidas de agua (grifos).</b>		
<b>Lavadero</b>	<b>Tipo de tubería.</b>		Tubería Hidraulica de PVC
	<b>Diámetro.</b>		½" (hidráulica) sin accesorios solo tubería
	<b>Unidades sanitarias</b>		4"(sanitaria) tubería salida ½" (hidráulica) sin accesorios solo tubería.
	<b>Salidas de agua (grifos).</b>		

Anexo 4

Formato encuesta módulo de consumo el Cove.

DETERMINACION DEL MODULO DE CONSUMO PARA (UPI-R12) EL COVE				
FECHA				
NOMBRE DEL PROPIETARIO DE LA VIVIENDA				
NUMERO DE HABITANTES (ANOS)	< 15			
	16-40			
	>40			
ESTRATO				
INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PUBLICOS				
AGUA POTABLE		SI__NO__	TIPO	OBSERVACIONES
MEDIDOR		SI__NO__	TIPO	
PROMEDIO FACTURADO		SI__NO__	TIPO	
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES		SI__NO__	TIPO	
OFERTA DE AGUA POTABLE				
RED PUBLICA	MENSUALES m3			
	REGULARIDAD (días)			
	<7	7--15	>15	
	Fr LLENADO	1		
	CALIDAD DEL AGUA			
	BUENA	MALA	REGULAR	
AGUAS LLUVIAS CAPTADAS	m3 CAPTADOS		2	
	Fr LLENADO		1	
	CALIDAD DEL AGUA			
	BUENA	MALA	REGULAR	
OTRAS FUENTES DE SUMINISTRO (CAMIONES-POSOS SUBTERRANEOS)	MENSUALES m3			
	REGULARIDAD (días)			
	<7	7--15	>15	
	Fr LLENADO	1		
	CALIDAD DEL AGUA			
	BUENA	MALA	REGULAR	

ALMACENAMIENTO COMBINADO	SI__NO__	(M3)TANQUE		
<b>DEMANDA DE AGUA</b>	<b>BALDES DE AGUA</b>	<b>(m3)</b>	FRECUENCIA	
LVDO DE ROPA			3	
LVDO DE MANOS				
DUCHA				
ACTIVIDADES FISIOLÓGICAS				
ASEO DE VIVIENDA				
CONSUMO	4			
LVDO DE VEHICULOS				
OTRAS ACTIVIDADES				

Anexo 5 hoja de cálculo para estandarización del volumen de la unidad de medida (Balde de Pig Tail).

CARACTERÍSTICAS BALDE DE PIGTAIL	
$\pi$	3,1415
ALTURA (m)	0,3
RADIO (m)	0,13
DIAMETRO (m)	0,26
VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	0,015927405

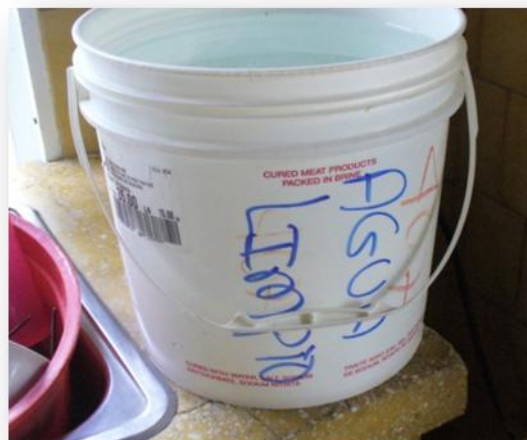


Imagen Balde de Pig Tail










Anexo 6. Unidades de consumo según el tipo de aparato sanitario

Unidades de descarga		
Tipos de Aparato	Diámetro mínimo de la trampa	Unidades Hunter de descarga
Inodoro (c/tanque)	75 mm (3")	4
Inodoro (c/válvula)	75 mm (3")	8
Bidé	40 mm (1 1/2")	3
Lavatorio	32-40 mm (1 1/4"- 1 1/2")	1-2
Lavadero de cocina	50 mm (2")	2
Lavadero c/triturador desperdicios	50 mm (2")	3
Lavadero de ropa	40 mm (1 1/2")	2
Ducha privada	50 mm (2")	2
Ducha pública	50 mm (2")	3
Tina	40-50 mm (1 1/2"-2")	2-3
Urinario de pared	40 mm (1 1/2")	4
Urinario de piso	75 mm (3")	8
Urinario corrido	75 mm (3")	4
Bebedero	25 mm (1")	1-2
Sumidero	50 mm (2")	2
Para aparatos no especificados (*)	32 mm ó menor (1 1/4" ó menor)	1
	40 mm (1 1/2")	2
	50 mm (2")	3
	65 mm (2 1/2")	4
	75 mm (3")	5
	100 mm (4")	5




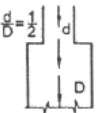
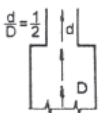


Fuente:<http://www.ingesite.com/pdf/pdfinfo/Unidadesdescarga.pdf>

Anexo 7. Perdidas por accesorios en redes sanitarias en función del diámetro

**PERDIDAS POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS**  
(LONGITUD EQUIVALENTE DE CAÑO RECTO DEL MISMO DIÁMETRO EN METROS)

Diámetro nominal de los caños normales								
		VALVULA ESCLUSA TOTALMENTE ABIERTA	VALVULA GLOBO TOTALMENTE ABIERTA	VALVULA ANGULO TOTALMENTE ABIERTA	VALVULA DE RETENCION	CODO NORMAL O TE DE 6 MM DE REDUCCION	CURVA NORMAL O TE NORMAL	TE NORMAL
mm	Pulg.							
12	1/2	0,12	5,18	2,44	1,22	0,46	0,3	1
19	3/4	0,15	6,71	3,36	1,83	0,61	0,45	1,37
25	1	0,18	8,24	4,27	2,44	0,82	0,52	1,74
32	1 1/4	0,24	11	5,49	3,66	1,07	0,7	2,32
38	1 1/2	0,3	13,12	6,71	4,27	1,31	0,82	2,74
51	2	0,36	16,78	8,24	5,8	1,68	1,07	3,66
63	2 1/2	0,43	20,43	10,06	7,01	1,98	1,28	4,27
76	3	0,52	25,01	12,5	9,76	2,44	1,59	5,18
102	4	0,7	33,55	16,16	13,12	3,36	2,14	6,71
127	5	0,88	42,7	21,35	17,69	4,27	2,74	8,24
152	6	1,07	51,85	24,4	20,74	4,88	3,36	10
203	8	1,37	68,02	36,6	-	6,1	4,27	13,12
254	10	1,77	85,4	42,7	-	7,93	5,18	16,16
305	12	2,07	100,65	48,8	-	9,76	6,1	20,74
356	14	2,44	115,9	58	-	11,28	7,32	23,79
406	16	2,74	134,2	67,1	-	12,81	8,24	26,84

UNA VALVULA DE PIE PUEDE SER DESPRECIADA SI SU SECCION DE PASAJE ESTA BIEN DIMENSIONADA

Diámetro nominal de los caños normales								
		TE NORMAL CON SALIDA LATERAL	CODO 45°	CODO 180°	ENSANCHAMIENTO BRUSCO	CONTRACCION BRUSCA	ENTRADA ORDINARIA	ENTRADA DE BORDA
mm	Pulg.							
12	1/2	1	0,24	1,09	0,3	0,18	0,27	0,49
19	3/4	1,37	0,3	1,52	0,45	0,24	0,4	0,61
25	1	1,74	0,4	1,83	0,52	0,3	0,46	0,76
32	1 1/4	2,32	0,51	2,53	0,7	0,4	0,61	1,04
38	1 1/2	2,74	0,61	3,05	0,82	0,45	0,73	1,22
51	2	3,66	0,76	3,96	1,07	0,58	0,91	1,52
63	2 1/2	4,27	0,92	4,58	1,28	0,67	1,1	1,83
76	3	5,18	1,16	5,49	1,59	0,85	1,37	2,38
102	4	6,71	1,52	7,32	2,14	1,16	1,83	3,26
127	5	8,24	1,92	9,46	2,74	1,43	2,29	4,12
152	6	10	2,29	11,28	3,36	1,77	2,74	4,7
203	8	13,12	3,05	15,55	4,27	2,29	3,96	6,07
254	10	16,16	3,96	18,6	5,18	3,05	4,58	7,47
305	12	20,74	4,58	22,57	6,1	3,66	5,49	9,09
356	14	23,79	5,18	25,92	7,32	3,96	6,1	10,64
406	16	26,84	5,8	30,5	8,24	4,58	7,02	12,2

Fuente: documento en línea

en:<http://www.leonindustrial.com.ar/backend/archivos/PERDIDAS%20POR%20FRICCIÓN.pdf>

Anexo 8. Estimación del caudal en función de las unidades de gasto.

<b>ESTIMACION DEL CAUDAL PROBABLE EN FUNCION DE LA ΣU.A METODO HUNTER MODIFICADO (ICONTEC 1500)</b>		
<b>ΣU.A</b>	<b>Q PROBABLE(L/s)</b>	
	<b>COMUNES</b>	<b>FLUXOMETRO</b>
<b>3</b>	0,2	-
<b>4</b>	0,26	-
<b>5</b>	0,38	1,51
<b>6</b>	0,42	1,56
<b>7</b>	0,46	1,61
<b>8</b>	0,49	1,67
<b>9</b>	0,53	1,72
<b>10</b>	0,57	1,77
<b>12</b>	0,63	1,86
<b>14</b>	0,7	1,95
<b>16</b>	0,76	2,03
<b>18</b>	0,83	2,12
<b>20</b>	0,89	2,29
<b>22</b>	0,96	2,36
<b>24</b>	1,04	2,44
<b>26</b>	1,11	2,51
<b>28</b>	1,19	2,59
<b>30</b>	1,26	2,71
<b>32</b>	1,42	2,78
<b>34</b>	1,46	284
<b>36</b>	1,52	2,9
<b>38</b>	1,58	2,96
<b>40</b>	1,63	3,03
<b>42</b>	1,69	3,09
<b>44</b>	1,74	3,16
<b>48</b>	1,8	3,22

<b>50</b>	1,94	3,35
<b>55</b>	2,08	3,47
<b>60</b>	2,18	3,57
<b>70</b>	2,27	3,66

Fuente : Norma tecnica colombiana NTC 1500

Anexo 9. Determinación de las relaciones hidráulicas para el diseño de redes sanitarias.

RELACIONES HIDRAULICAS PARA TUBERIAS PARCIALMENTE LLENAS EN FUNCION DE q/Q											
Para n/N variable con la altura de lámina											
0.0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	
	0	0.29	0.344	0.386	0.419	0.445	0.468	0.488	0.506	0.523	v/V
	0	0.076	0.108	0.131	0.152	0.169	0.186	0.201	0.215	0.228	d/D
	0	0.195	0.273	0.328	0.375	0.415	0.452	0.485	0.515	0.542	t/T
0.1	0.539	0.553	0.567	0.579	0.591	0.602	0.614	0.625	0.636	0.646	v/V
	0.241	0.253	0.265	0.276	0.287	0.297	0.307	0.317	0.326	0.335	d/D
	0.568	0.592	0.615	0.637	0.658	0.678	0.697	0.715	0.732	0.748	t/T
0.2	0.656	0.665	0.674	0.683	0.692	0.7	0.708	0.716	0.724	0.732	v/V
	0.344	0.353	0.362	0.37	0.379	0.387	0.395	0.403	0.411	0.418	d/D
	0.764	0.779	0.794	0.809	0.822	0.836	0.849	0.862	0.874	0.885	t/T
0.3	0.739	0.747	0.754	0.761	0.768	0.775	0.782	0.788	0.795	0.801	v/V
	0.426	0.433	0.44	0.448	0.455	0.462	0.469	0.476	0.483	0.49	d/D
	0.897	0.908	0.918	0.929	0.939	0.949	0.959	0.968	0.978	0.987	t/T
0.4	0.807	0.813	0.819	0.825	0.83	0.836	0.841	0.847	0.852	0.857	v/V
	0.497	0.503	0.51	0.517	0.523	0.53	0.537	0.543	0.55	0.556	d/D
	0.497	0.503	0.51	0.517	0.523	0.53	0.537	0.543	0.55	0.556	d/D
	0.996	1.004	1.013	1.021	1.029	1.037	1.045	1.052	1.059	1.067	t/T
0.5	0.862	0.857	0.872	0.877	0.882	0.887	0.891	0.896	0.9	0.904	v/V
	0.563	0.569	0.576	0.582	0.589	0.595	0.602	0.608	0.614	0.621	d/D
	1.074	1.08	1.087	1.083	1.1	1.106	1.112	1.118	1.124	1.129	t/T
0.6	0.909	0.913	0.917	0.921	0.925	0.929	0.933	0.937	0.941	0.944	v/V
	0.627	0.634	0.64	0.646	0.653	0.659	0.666	0.672	0.679	0.686	d/D
	1.135	1.14	1.145	1.5	1.155	1.159	1.164	1.168	1.173	1.177	t/T
0.7	0.948	0.951	0.955	0.959	0.963	0.967	0.97	0.974	0.977	0.981	v/V
	0.692	0.699	0.705	0.712	0.718	0.724	0.731	0.738	0.744	0.751	d/D
	1.181	1.184	1.188	1.191	1.194	1.197	1.2	1.202	1.205	1.207	t/T
0.8	0.984	0.988	0.991	0.994	0.997	1	1.003	1.007	1.012	1.016	v/V
	0.758	0.764	0.771	0.778	0.785	0.792	0.8	0.806	0.812	0.818	d/D
	1.209	1.211	1.213	1.214	1.215	1.216	1.217	1.217	1.217	1.217	t/T
0.9	1.02	1.024	1.028	1.032	1.036	1.04	1.043	1.047	1.05	1.053	v/V
	0.825	0.831	0.838	0.845	0.852	0.859	0.866	0.874	0.881	0.89	d/D
0.9	1.02	1.024	1.028	1.032	1.036	1.04	1.043	1.047	1.05	1.053	v/V
	0.825	0.831	0.838	0.845	0.852	0.859	0.866	0.874	0.881	0.89	d/D
	1.217	1.216	1.215	1.214	1.213	1.211	1.209	1.206	1.202	1.198	t/T
1.0	1.056	1.059	1.061	1.063							v/V
	0.898	0.908	0.918	0.93							d/D
	1.193	1.187	1.179	1.168							t/T

q= Caudal real      v= velocidad real      d= Altura de lámina      t= Fuerza tractiva real  
 Q= Capacidad lleno      V= Velocidad lleno      D= Diámetro interno      T= Fuerza tractiva lleno

Fuente documento en línea

en: <http://www.moore.com.co/manual%20hidraulico/TABLA%202.htm>

Anexo 10. propiedades del flujo en función de la pendiente, tipo de tubería y diámetro del material.

S	N-0,009		N-0,010		N-0,012	
	V	Q	V	Q	V	Q
1,0	0,6	1,23	0,54	1,1	0,45	0,92
1,1	0,63	1,29	0,57	1,16	0,48	0,96
1,2	0,65	1,34	0,6	1,21	0,5	1,01
1,3	0,69	1,4	0,62	1,26	0,52	1,05
1,4	0,72	1,45	0,64	1,31	0,54	1,09
1,5	0,74	1,5	0,67	1,35	0,56	1,13
1,6	0,77	1,55	0,69	1,4	0,57	1,16
1,7	0,79	1,6	0,71	1,44	0,59	1,2
1,8	0,81	1,64	0,73	1,48	0,61	1,23
1,9	0,83	1,69	0,75	1,52	0,63	1,27
2	0,86	1,73	0,77	1,56	0,64	1,3
2,1	0,88	1,78	0,79	1,6	0,66	1,33
2,2	0,9	1,82	0,81	1,64	0,67	1,36
2,3	0,92	1,86	0,83	1,67	0,69	1,39
2,4	0,94	1,9	0,84	1,71	0,7	1,42
2,5	0,96	1,94	0,86	1,74	0,72	1,45
2,6	0,98	1,98	0,88	1,78	0,73	1,48
2,7	0,99	2,01	0,89	1,86	0,75	1,51
2,8	1,01	2,05	0,91	1,88	0,76	1,54
2,9	1,03	2,09	0,93	1,91	0,77	1,57
3	1,05	2,12	0,94	1,94	0,79	1,59

Fuente: documento en línea en <http://es.scribd.com/doc/35787192/norma-1500>

Anexo 11 Flujo de caja para la construcción del sistema completo, incluido todo costo.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN D	VALOR UNITARIO	CAN T	VALOR PARCIAL
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURA VISR EL COVE</b>				
1.1	Laminas hidrófugas Plysem de 5 mm (1,22m x 3,05m).	M <sup>2</sup>	\$ 720.000	10	\$ 7.200.000
<b>1.2</b>	<b>Perfilaría</b>				
1.2.1	PERFIL GALV C 220X80 6MTS	UN	\$ 88.500	40	\$ 3.540.000
1.2.2	Perfil ALN 173	ML	\$ 3.833	1	\$ 3.833
1.2.3	Perfil ALN 174	ML	\$ 4.666	1	\$ 4.666
1.2.4	Perfil ALN 176	ML	\$ 6.666	1	\$ 6.666
1.2.5	Perfil ALN 177	ML	\$ 2.333	1	\$ 2.333
1.2.6	Perfil ALN 292	ML	\$ 8.000	1	\$ 8.000
1.2.7	Perfil ALN 312	ML	\$ 4.000	1	\$ 4.000
1.2.8	Perfil ALN 315	ML	\$ 4.083	1	\$ 4.083
1.2.9	Empaque Triangular Caucho	ML	\$ 650	1	\$ 650
1.2.10	Chazo p/tornillo	KG	\$ 6.341	1	\$ 6.341
1.2.11	Angulo de unión A-29	MI	\$ 5.820	1	\$ 5.820
<b>1.3</b>	<b>Tornillos</b>				
1.3.1	Tornillo acero galvanizado ensamble #6 x1"	KG	\$ 4.000	2	\$ 8.000
1.3.2	Tornillo acero galvanizado ensamble #8 x1"	KG	\$ 4.500	2	\$ 9.000
1.3.3	Tornillo acero galvanizado ensamble #8 ½ - 3/4	KG	\$ 8.000	2	\$ 16.000
1.3.4	Tornillo acero galvanizado fijación #10 x 1 ½	KG	\$ 8.500	2	\$ 17.000
1.3.5	Tornillo acero galvanizado fijación #10 x 1 3/4	KG	\$ 6.000	2	\$ 12.000
<b>1.4</b>	<b>Pegamentos.</b>				
1.4.1	Pegacem pegamento epóxico para juntas	ML	\$ 8.500	4	\$ 34.000
1.4.2	Sikaflex sellador de poliuretano	ML	\$ 15.500	4	\$ 62.000
1.4.3	Limpiador removedor 760 Gr.	UN	\$ 21.900	2	\$ 43.800
<b>1.5</b>	<b>Ventanas</b>				
1.5.1	Angulo de unión A-29	MI	\$ 5.820	5	\$ 29.100
1.5.2	Manija para ventana de aluminio	UN	\$ 4.500	4	\$ 18.000
1.5.3	Bisagra para elemento en aluminio	UN	\$ 1.400	4	\$ 5.600
1.5.4	Vidrio bronce 6 mm.	M2	\$ 25.000	4	\$ 100.000
1.5.5	Anclajes(grapas,chazos,clavos)	UN	\$ 140	100	\$ 14.000
1.5.6	Asas de acero	UN	\$ 18.000	1	\$ 18.000
<b>1.6</b>	<b>Puertas</b>				

1.6.1	Bisagra cobrizada 3"	UN	\$ 950	10	\$ 9.500
1.6.2	Bisagra común 2"	UN	\$ 760	10	\$ 7.600
1.6.3	Bisagra nudo 2½"x1" en cobre	UN	\$ 3.400	10	\$ 34.000
1.6.4	Bisagra resorte 3"	UN	\$ 6.800	10	\$ 68.000
1.6.5	PUERTA ANDES 060x200	UN	\$ 61.200	1	\$ 61.200
1.6.6	PUERTA ANDES 065x200	UN	\$ 61.200	1	\$ 61.200
1.6.7	PUERTA ANDES 070x200	UN	\$ 61.200	1	\$ 61.200
1.6.8	PUERTA ANDES 075X200	UN	\$ 61.200	1	\$ 61.200
1.6.9	PUERTA ANDES 080x200	UN	\$ 64.700	1	\$ 64.700
1.6.10	PUERTA MADECOR CEDRO 2X0.90	UN	\$ 250.000	1	\$ 250.000
1.6.11	Tornillo corto 7x7/16" punta fina	KG	\$ 2.000	1	\$ 2.000
1.6.12	Tornillo de fijación	KG	\$ 2.200	1	\$ 2.200
1.6.13	Tornillo Grabber 6x1	UN	\$ 2.100	10	\$ 21.000
<b>1.7</b>	<b>Techo</b>				
1.7.1	Teja de zinc calibre 30 0,70 x 2.44	UN	\$ 18.200	1	\$ 18.200
1.7.2	TEJAS ZINC CORR C 30 3X8P	UN	\$ 22.200	1	\$ 22.200
1.7.3	Teja ruralit No.8	UN	\$ 40.000	5	\$ 200.000
1.7.4	Teja ruralit No.6	UN	\$ 35.300	5	\$ 176.500
1.7.5	Gancho placa eternit	UN	\$ 300	10	\$ 3.000
<b>1.8</b>	<b>Pilotes</b>				
1.8.1	Acero de 60000psi	KG	\$ 2.634	10	\$ 26.340
1.8.2	Alambre quemado	KG	\$ 3.850	3	\$ 11.550
1.8.3	Agua	LT	\$ 80	20	\$ 1.600
1.8.4	Arena de peña	M3	\$ 22.000	4	\$ 88.000
1.8.5	Cemento gris Diamante	KG	\$ 40.000	10	\$ 400.000
1.8.6	Gravilla	M3	\$ 21.000	4	\$ 84.000
<b>1.8</b>	<b>Otros</b>				
1.8.1	Listón en amarillo 2x2x10	UN	\$ 11.350	6	\$ 68.100
1.8.2	Listón en amarillo 2x4x10	UN	\$ 21.300	12	\$ 255.600
1.8.3	Puntilla con cabeza 2"	LB	\$ 3.400	1	\$ 3.400
<b>2</b>	<b>Equipamientos</b>				
2.1	Grifería lavamanos	UN	\$ 28.000	1	\$ 28.000
2.2	Grifería lavaplatos	UN	\$ 32.000	1	\$ 32.000
2.3	Juego de incrustar Acuacer	UN	\$ 37.000	1	\$ 37.000
2.4	Juego de ducha	JG O	\$ 32.000	1	\$ 32.000
2.5	Sanitarios Avanti Blanco.	UN	\$ 186.400	1	\$ 186.400
2.5	Lavadero prefabricado	UN	\$ 97.000	1	\$ 97.000
2.6	Estufa 3 pto gas 1 pto electrico Challenger	UN	\$ 339.900	1	\$ 339.900



<b>3</b>	<b>Tubería y accesorios</b>				
3.1	Adaptador hembra de Ø ½"	UN	\$ 250	4	\$ 1.000
3.2	Adaptador hembra de Ø ¾"	UN	\$ 400	4	\$ 1.600
3.3	Adaptador hembra de Ø 1"	UN	\$ 880	4	\$ 3.520
3.4	Adaptador macho de Ø ½"	UN	\$ 200	4	\$ 800
3.5	Adaptador macho de Ø ¾"	UN	\$ 3.500	4	\$ 14.000
3.6	Adaptador macho de Ø 1"	UN	\$ 750	4	\$ 3.000
3.7	BUJE SOLDADO 3 X 2 1/2" S.	UN	\$ 1.476	4	\$ 5.904
3.8	Buje PVC soldado ¾ X 1/2"	UN	\$ 280	4	\$ 1.120
3.9	Cinta teflón	UN	\$ 400	6	\$ 2.400
3.10	Codo PVC presión Ø ½"	UN	\$ 280	2	\$ 560
3.11	Codo PVC presión Ø ¾"	UN	\$ 430	2	\$ 860
3.12	Codo PVC presión Ø 1"	UN	\$ 850	2	\$ 1.700
3.13	Codo PVC 90º Ø 2"	UN	\$ 5.300	2	\$ 10.600
3.14	Codo PVC 90º sanitario Ø 2" CxC	UN	\$ 1.600	2	\$ 3.200
3.15	Codo PVC 90º sanitario Ø 2" CxE	UN	\$ 1.700	2	\$ 3.400
3.16	Codo PVC 45º sanitario Ø 2"	UN	\$ 1.600	2	\$ 3.200
3.17	Codo PVC 90º sanitario Ø 4"	UN	\$ 5.600	2	\$ 11.200
3.18	Hoja segueta nicholson	UN	\$ 2.000	2	\$ 4.000
3.19	Limpiador removedor 760 Gr.	UN	\$ 21.900	2	\$ 43.800
3.20	Soldadura PVC líquida ¼ GL	UN	\$ 39.000	2	\$ 78.000
3.21	Pegante PVC liquido ¼ GL	UN	\$ 36.380	1	\$ 36.380
3.22	Tapón PVC presión Ø ½"	UN	\$ 160	4	\$ 640
3.23	Tee PVC presión Ø 1/2"	UN	\$ 370	2	\$ 740
3.24	Tee PVC presión Ø ¾"	UN	\$ 630	2	\$ 1.260
3.25	Tee PVC presión Ø 1"	UN	\$ 1.230	2	\$ 2.460
3.26	Tee PVC sanitario Ø 2"	UN	\$ 2.750	2	\$ 5.500
3.27	Thinner	UN	\$ 15.000	4	\$ 60.000
3.28	Tubo PVC presión Ø ½" RDE 13,5	ML	\$ 1.416	1	\$ 1.416
3.29	Tubo PVC presión Ø ¾" RDE 21	ML	\$ 1.666	1	\$ 1.666
3.30	Tubo PVC presión Ø 1" RDE 21	ML	\$ 2.083	1	\$ 2.083
3.31	Tubo PVC presión 1.1/4"	ML	\$ 4.250	1	\$ 4.250
3.32	Tubo PVC presión Ø 1½"	ML	\$ 5.533	1	\$ 5.533
3.33	Tubo PVC presión Ø 2"	ML	\$ 7.500	1	\$ 7.500
3.34	Tubo PVC presión Ø 2½"	ML	\$ 13.633	1	\$ 13.633
3.35	Tubo PVC Reventilación Ø 2"	ML	\$ 3.000	4	\$ 12.000
3.36	Tubo PVC Reventilación Ø 3"	ML	\$ 5.000	1	\$ 5.000
3.37	Tubo PVC Reventilación Ø 4"	ML	\$ 8.000	1	\$ 8.000
3.38	Tubo PVC sanitario Ø 2"	ML	\$ 6.375	4	\$ 25.500

3.9	Tubo PVC sanitario Ø 3"	ML	\$ 9.166	1	\$ 9.166
3.40	Tubo PVC sanitario Ø 4"	ML	\$ 11.666	6	\$ 69.996
3.41	Universal PVC 3/4"	UN	\$ 2.800	1	\$ 2.800
3.42	Unión pvc presión 1/2"	UN	\$ 280	1	\$ 280
3.43	Unión pvc presión 3/4"	UN	\$ 320	1	\$ 320
3.44	Unión pvc presión 1.1/4"	UN	\$ 900	1	\$ 900
3.45	Unión pvc presión 1.1/2"	UN	\$ 1.000	1	\$ 1.000
3.46	UNION SANITARIA DE 2	UN	\$ 1.300	1	\$ 1.300
3.47	UNION SANITARIA DE 4	UN	\$ 3.750	1	\$ 3.750
3.48	Unión pvc presión 1/2"	UN	\$ 280	1	\$ 280
3.49	Yee PVC sanitaria Ø 2"	UN	\$ 2.900	3	\$ 8.700
3.50	Yee PVC sanitaria Ø 4"	UN	\$ 11.000	4	\$ 44.000
3.51	Yee PVC sanitaria Ø 4"x2"	UN	\$ 9.200	4	\$ 36.800
3.52	Universal PVC 3/4"	UN	\$ 3.800	1	\$ 3.800
<b>4</b>	<b>Acabados</b>				
4.1	Cemento gris Diamante	KG	\$ 744	5	\$ 3.720
4.2	Cerámica muro tipo egeo pared 20 x 20	m2	\$ 16.400	5	\$ 82.000
4.3	Cerámica piso tipo egeo 30 x 30	m2	\$ 21.000	5	\$ 105.000
<b>5</b>	<b>Sistemas de Tratamiento</b>				
5.1	Cajas de inspección	UN	\$ 311.719	1	\$ 311.719
5.2	Caja de inspección de 0,4x0,4	UN	\$ 311.264	1	\$ 311.264
5.3	Caja de inspección de 0,6x0,6	UN	\$ 308.841	1	\$ 308.841
5.4	Trampa de grasa	UN	\$ 311.719	1	\$ 311.719
<b>5.5</b>	<b>Sistema de tratamiento de aguas residuales</b>				
5.6	Suministro e instalación de tanque séptico 500 L y filtro anaerobio de 500 L ( incluye Anclaje tanque anaerobio)	UN	\$ 938.147	1	\$ 938.147
5.7	Tubería				
5.8	tubería de 4" en PVC perforada	UN	\$ 25.673	6	\$ 154.038
5.9	tubería de 4" en PVC	UN	\$ 26.424	4	\$ 105.696
<b>5.10</b>	<b>Excavación material</b>				
5.11	Zanja tubería (A: 0.45x H:0.6 x L:10=2.7 )	M³	\$ 38.786	2	\$ 77.572
5.12	Zanja tubería (A: 0.45x H:0.6 x L:10=2.7 )	M³	\$ 38.786	5	\$ 193.930
5.13	Tanques y/o filtro ( A: 1.5 x B: 2.5x H:1.5)	M³	\$ 38.786	4	\$ 155.144
5.14	Zanja cajas de inspección (A:0.6 x B:0.6 x H:0.6x2)	M³	\$ 38.786	1	\$ 38.786
5.15	Zanja pozo de absorción (B: 1.10 x C:1.80)	M³	\$ 307.400	0,5	\$ 153.700
5.16	Triturado para pozo de absorción	M³	\$ 38.786	2	\$ 77.572

5.17	Cajas de inspección	UN	\$ 311.719	1	\$ 311.719
5.18	Tanque séptico IMHOFF 500 L	UN	\$ 325.500	1	\$ 325.500
5.19	Tanque anaerobio IMHOFF 500 L	UN	\$ 363.172	1	\$ 363.172
5.20	Anclaje tanque anaerobio	M3	\$ 253.000	1	\$ 253.000
<b>6</b>	<b>Transporte</b>				
6.1	Mat.excavac.seleccion.	UN	\$ 249.480	1	\$ 249.480
6.2	Retroexcavadora	UN	\$ 146.900	2	\$ 293.800
6.3	Transporte cemento	UN	\$ 90.000	2	\$ 180.000
6.4	Transporte arena	UN	\$ 25.900	1	\$ 25.900
6.5	Transporte grava	UN	\$ 25.900	1	\$ 25.900
6.6	Transporte varillas ,playcem, herramientas	UN	\$ 25.900	2	\$ 51.800
<b>7</b>	<b>Pinturas</b>				
7.1	Pintura viniltex interior tipo II	GL	\$ 45.000	6	\$ 270.000
7.2	Pintura koraza exterior	GL	\$ 51.500	6	\$ 309.000
7.3	Pintura esmalte	GL	\$ 35.500	6	\$ 213.000
7.4	Esmalte horneable bco.	GL	\$ 82.500	2	\$ 165.000
7.5	Esmalte para madera	M2	\$ 9.750	2	\$ 19.500
7.6	Laca transparente	UN	\$ 615	6	\$ 3.690
7.7	Lija agua profesional	UN	\$ 1.100	10	\$ 11.000
7.8	Lija de agua 120 super	UN	\$ 22.200	10	\$ 222.000
7.9	Lija de agua 150 super	ML	\$ 5.248	10	\$ 52.480
7.10	Lija agua profesional	UN	\$ 1.100	10	\$ 11.000
7.11	Estopa	KG	\$ 5.300	1	\$ 5.300
7.12	Estuco	BT	\$ 1	3	\$ 3
7.13	Color mineral rojo	KG	\$ 5.200	1	\$ 5.200
7.14	Granito blanco	BT	\$ 9.500	5	\$ 47.500
7.15	Wing aluminio	UN	\$ 6.515	10	\$ 65.150
<b>8</b>	<b>Andamios</b>				
8.1	Tabla burra .3x.025x3	UN	\$ 26.000	1	\$ 26.000
8.2	Tabla burra 1x6x10	UN	\$ 18.300	1	\$ 18.300
8.3	Parales 1 X 8 X 12	UN	\$ 35.482	1	\$ 35.482
	<b>Costo de Materiales</b>				<b>\$ 21.308.515</b>

Anexo 12 costo de mano de obra implicado en el proyecto, directa como indirecta.

<b>COSTO DE MANO DE OBRA PROYECTO</b>					
<b>Mano de Obra Directa</b>					
<b>A. Personal Profesional</b>		Unidad	Vr. Unitario\$	Cantidad	Valor
Ejecución del Proyecto	Director de Obra	MES	4.000.000	1	\$ 4.000.000
<b>B. Personal de Apoyo Técnico</b>		Unidad	Vr. Unitario	Cantidad	Valor
Construcción VISR	Oficial	Dia	50000	30	1.500.000
	3 Ayudantesg	Dia	77599	30	2.327.970
<b>TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA (A+B)</b>					<b>\$ 7.827.970</b>
<b>Mano de Obra Indirecta</b>					
		Unidad	Vr. Unitario\$	Cantidad	Valor\$
Oficios Varios		DIA	22.500	15	337.500
<b>TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA</b>					<b>\$ 337.500</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA PROYECTO</b>					<b>\$ 8.165.470</b>

Anexo 13 costos de fabricación de vis.

<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>			
Trabajos previos y auxiliares	\$ 127.599	2 días	\$ 255.189
Equipos de topografía	\$ 84.000	2 días	\$ 168.000
Fletes y Acarreos de materiales y equipos	\$ 826.880		\$ 826.880
Capacitación y adiestramiento	\$ 150.000	1 día	\$ 150.000
Gastos varios de oficina	\$ 320.000		\$ 320.000
Seguridad e higiene (cascos , guantes ,Etc)	\$ 50.000	4 personas	\$ 200.000
Escrituras y otros	\$ 890.000		\$ 890.000
Hospedaje	\$ 74.000	30 días	\$ 2.220.000
Pasajes aéreos	\$ 431.340	2 ida y vuelta	\$ 862.680
<b>COSTO DIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>			<b>\$ 5.892.758</b>

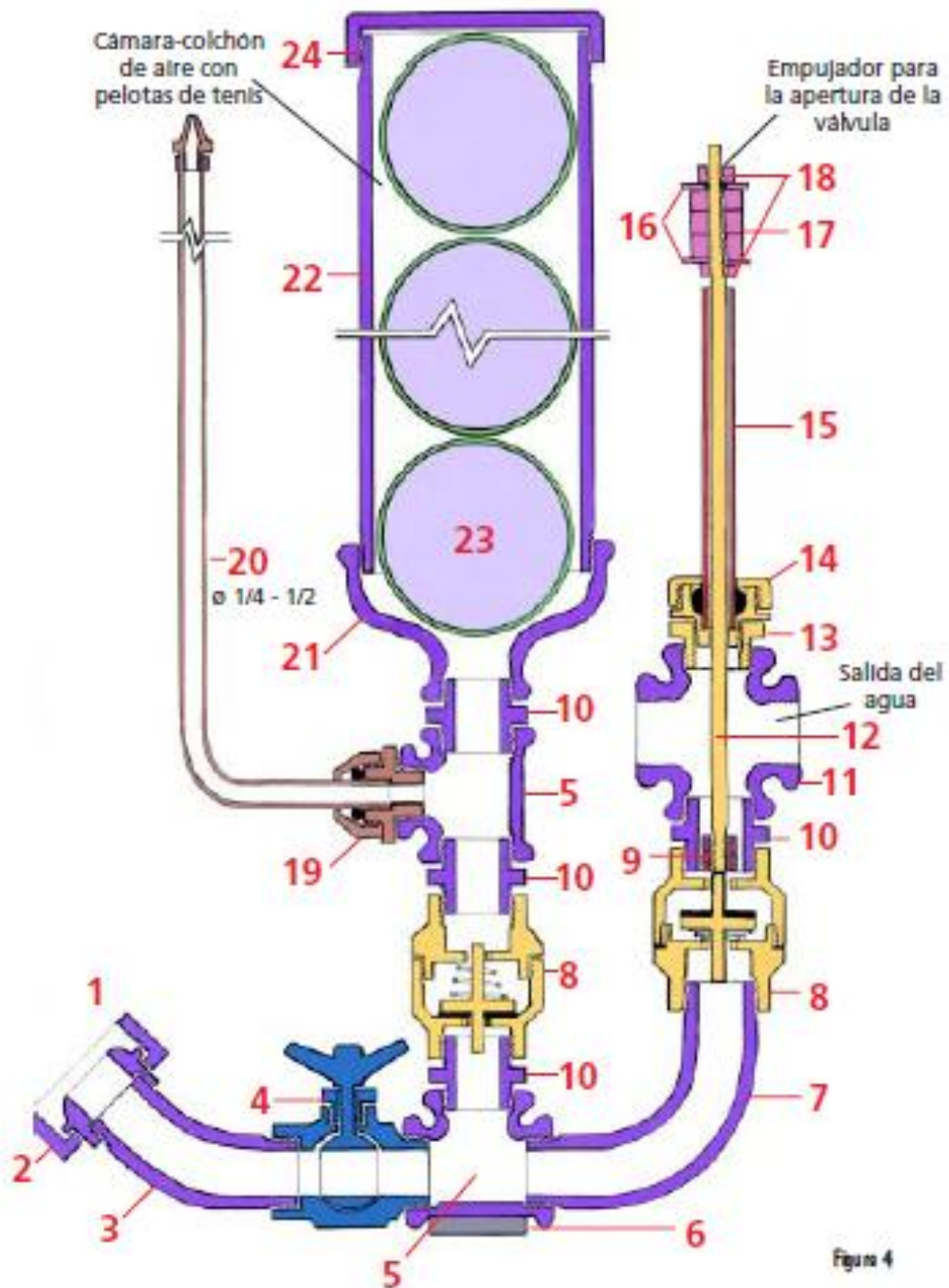


Figura 4

Detalle ariere. Fuente; Taller de Investigación Alternativa José Manuel Jiménez «Súper».

1- Tubo de alimentación rígido de más de 2 metros de largo y de 1" de diámetro.

Tiene que estar roscado en los extremos y en uno de ellos hay que instalar la unión cónica macho para acoplar el ariete. El tubo de alimentación no está en el dibujo.

2- Unión cónica hembra de 1" (Fe-Galva).

3- Curva de 1" a 45° , roscas Macho, (Fe-Galva).

4- Llave de corte mariposa de 1", Macho-Hembra.

5- T de 1" Hembra a 90° , (Fe-Galva).

6- Pletina de hierro negro de 60 x 200 x 6 mm. soldada a la T, para hacer de base al ariete.

7- Curva de 1" Macho a 90° (Fe-Galva).

8- Válvula de retención York de 1" marca "EUROPA" o "MANA".

Es imprescindible que el émbolo sea metálico.

9- Tuercas de M-8 cincadas.

10- Rosca doble de 1" Macho (Fe-Galva).

11- Cruceta o Crossin de 1" a 90°, Hembra (Fe-Galva).

12- Varilla calibrada de latón, de 8 mm. de diámetro, roscada en ambos extremos y de 300 mm. de longitud.

13- Reducción de 1" Macho - 1/2" Hembra (Latón).

14- Racord tipo ovalillo de 1/2" Macho - 12 mm. Hembra. (Latón)

15- Tubo de cobre rígido de 12 mm. de diámetro, de 1 mm. de pared y de 150 mm. de largo.

16- Arandelas anchas cincada de M-8 .

17- Contrapeso ajustable. (varias tuercas o arandelas grandes).

18- Tuercas cincadas de M-8 para inmovilizar el contrapeso.

19- Enlace mixto de 1" Macho tubo de polietileno B/D de 1/2".

20- Tubo de polietileno B/D de 1/2".

21- Reducción 3" Hembra 1" Hembra (Fe-Galva).

22- Tubo de 3", de 400 mm. de longitud, roscado en ambos extremos (Fe-Galva).

23- Pelotas de tenis.

24- Tapón de 3" Hembra (Fe-Galva).

Fuente; Taller de Investigación Alternativa José Manuel Jiménez «Súper».