

**SISTEMA ALTERNATIVO DE RECOLECCIÓN Y  
APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA, PARA UNA VIVIENDA DE  
INTERÉS SOCIAL EN EL BARRIO LA VICTORIA DE LA  
LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL**

**ALEJANDRO BENAVIDES ALFONSO  
DIEGO FERNANDO AREVALO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ  
2017**

**SISTEMA ALTERNATIVO DE RECOLECCIÓN Y  
APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA, PARA UNA VIVIENDA DE  
INTERÉS SOCIAL EN EL BARRIO LA VICTORIA DE LA  
LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL**

**ALEJANDRO BENAVIDES ALFONSO  
DIEGO FERNANDO AREVALO**

**Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil**

**Directora  
ELIANA ORTIZ  
Ingeniera Ambiental**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ  
2017**

## PÁGINA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá D.C., Abril de 2017



## Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

## TABLA DE CONTENIDO

0. FICHA TÉCNICA.....	19
1. GENERALIDADES.....	20
1.1. ANTECEDENTES .....	20
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
2. OBJETIVOS.....	26
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	26
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	26
3. JUSTIFICACIÓN .....	27
4. MARCOS DE REFERENCIA.....	32
4.1. MARCO CONCEPTUAL .....	32
4.1.1. Captación y aprovechamiento de agua. ....	32
4.1.2. Captación. ....	38
4.1.3. Recolección y conducción. ....	39
4.1.4. Interceptor. ....	39
4.1.5. Almacenamiento.....	41
4.1.6. Red de distribución de agua lluvia.....	41
4.1.7. Sistema de bombeo.....	42
4.1.8. Tratamiento. ....	43
4.1.9. Estudios realizados por entidades.....	43
4.2. MARCO LEGAL.....	44
4.3. MARCO GEOGRÁFICO.....	46
5. DISEÑO METODOLÓGICO .....	48
5.1. VARIABLES .....	53

5.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	53
5.2.1.	Población.....	53
5.2.2.	Muestra.....	53
5.3.	FUENTES.....	54
5.3.1.	Primarias.....	54
5.3.2.	Secundarias.....	54
5.4.	INSTRUMENTO.....	54
5.5.	SELECCIÓN DE VIVIENDA.....	55
5.5.1.	Aceptación social del sistema.....	55
5.5.2.	Diseño del sistema.....	55
5.5.3.	Localización de los componentes del sistema.....	56
5.5.4.	Evaluación económica.....	56
6.	RESULTADOS.....	56
6.1.	PRECIPITACIONES PROMEDIO MENSUAL.....	57
6.2.	Nº DE DÍAS MENSUALES DE PRECIPITACIONES.....	58
6.3.	ESTIMACION DE DEMANDA AL MES.....	58
6.4.	DESARROLLO DEL SISTEMA.....	59
6.4.1.	Aceptación social del sistema.....	59
6.4.2.	Diseño del sistema.....	61
6.5.	DISEÑO.....	65
6.6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	65
6.6.1.	Costo-Beneficio.....	66
7.	CONCLUSIONES.....	67
8.	RECOMENDACIONES.....	69

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de agua por habitante según el clima .....	28
Figura 2. Lluvia promedio anual.....	30
Figura 3. Modalidades de captación de agua según la finalidad de uso.....	33
Figura 4. Sistema de Captación de Agua Pluvial en techos .....	38
Figura 5. Interceptor de las primeras aguas .....	40
Figura 6. Mapa Localidad San Cristóbal .....	47
Figura 7. Localización del conjunto residencial.....	50
Figura 8. Fotografías de las viviendas del estudio.....	51
Figura 9. Dimensiones de las canales.....	51
Figura 10. Fotografía de canales y bajantes.....	52
Figura 11. Fotografía de canaletas.....	52
Figura 12. Frecuencia con que llueve.....	59
Figura 13. Recoge y/o utiliza agua de lluvia .....	59
Figura 14. Labor doméstica en la que gasta más agua.....	60
Figura 15. Modelo 3D del sistema.....	61
Figura 16. Versión reducida del plano de la casa.....	62
Figura 17. Pendiente de la cubierta .....	62
Figura 18. Red de distribución .....	64

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía .....	38
Tabla 2. Precipitación promedio mensual en los últimos 40 años (1977 – 2016).....	58
Tabla 3. N° de días mensuales de precipitación en los últimos 40 años (1977 – 2016) .....	58
Tabla 4. Resumen de costos.....	66

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica del sanitario.....	74
Anexo 2: Ficha técnica de la teja.....	75
Anexo 3: Ficha técnica de las encuesta .....	76
Anexo 4: valores totales mensuales de precipitación (mms) .....	77
Anexo 5: valores n° de días mensuales de precipitación .....	78
Anexo 6: Costos de materiales y maquinaria .....	79
Anexo 7: Costos del sistema .....	82
Anexo 8: Factura del Agua .....	89
Anexo 9: Manual de mantenimiento.....	89



**RAE No.**

**FICHA TOPOGRÁFICA:**

**TITULO: SISTEMA ALTERNATIVO DE RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA, PARA UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL BARRIO LA VICTORIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL**

AUTOR (ES): Alejandro BENAVIDES ALFONSO. Diego Fernando ARÉVALO

**MODALIDAD:**

**PAGINAS: 69**

**TABLAS: 3**

**FIGURAS: 9**

**ANEXOS: 5**

**CONTENIDO: El presente trabajo consta de 8 capítulos.**

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES
2. OBJETIVOS
3. JUSTIFICACIÓN
4. MARCOS DE REFERENCIA
5. DISEÑO METODOLÓGICO
6. RESULTADOS
7. CONCLUSIONES
8. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

**PALABRAS CLAVES:**

Aguas lluvia, reúso doméstico, reutilización de aguas, sistemas alternativos, vivienda de interés social.

## **DESCRIPCIÓN:**

Esta investigación tiene como objetivo diseñar un sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, de fácil implementación y mantenimiento para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal, con el fin de suplir las necesidades esenciales en sanitarios y aseo doméstico.

## **METODOLOGÍA:**

La metodología utilizada para el diseño del sistema fue la planteada por la CEPIS. Así mismo, se contó con la información Hidrometeorológica del sector suministrada por el IDEAM para realizar los cálculos de los niveles de precipitaciones. Con ello, se calcularon los tamaños del tanque de almacenamiento y demás elementos requeridos para el sistema. Como instrumento adicional, se aplicó una encuesta para recoger la información de los habitantes de la zona.

## **CONCLUSIONES:**

Como resultado de esta investigación se diseñó una propuesta de un sistema para el aprovechamiento y recolección de agua de lluvia en un sector de Bogotá, cuyas condiciones sociales, económicas y culturales se prestan para promover el uso de herramientas alternativas que generen un beneficio en la comunidad. El sistema logra generar un ahorro del 58.19% en la factura.

## **FUENTES:**

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). *Bogotá, ciudad de estadísticas*. Obtenido de Boletín N° 31:  
<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estadisticas/Bogot%E1%20Ciudad%20de%20Estad%EDsticas/2011/DICE114-CartillaViHoPe-30062011.pdf>
- CEPIS. (2003). *Guía de diseño para captación de lluvia*. Obtenido de itacanet:  
<http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%204%20Lluvia/Guia%20de%20dise%C3%B1o%20para%20captaci%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia.pdf>
- Colombia, l. r. (24 de octubre de 2016). <http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de>

*agua\_379946*. (el tiempo) Recuperado el 1 de noviembre de 2016, de [http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua\\_379946](http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua_379946): [http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua\\_379946](http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua_379946)

Congreso de Colombia. (06 de 06 de 1997). *LEY 373 DE 1997*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=342>

Corponariño. (2011). *Ordenamiento del recurso hídrico*. Obtenido de Corporación Autónoma Regional de Nariño: <http://www.corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmiraflore sp3.pdf>

CRA. (2015). *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA*. Obtenido de Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA: <http://www.cra.gov.co/>

CRA. (2015). *RESOLUCIÓN CRA 729 DE 2015*. Obtenido de CRA: <http://cra.gov.co/apc-aa-files/33323662393563653464313139313162/resolucin-cra-729-de-2015-edicin-y-copia.pdf>

CRA. (2016). *ABC DISMINUCIÓN CONSUMO BÁSICO DE AGUA*. Obtenido de Ministerio de vivienda: [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/080216\\_abc%20consumo%20basico%20agua.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/080216_abc%20consumo%20basico%20agua.pdf)

El Tiempo. (2015). *Radiografía de cómo llueve en Bogotá*. Obtenido de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15471236>

El Tiempo. (02 de 06 de 2016). El fenómeno del Niño le costó al país 1,6 billones de pesos. *El Tiempo*, págs. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16609985>.

El Universal. (2015). *CRA propone modificación en consumo de agua para enfrentar al El Niño*. Obtenido de El Universal: <http://www.eluniversal.com.co/ambiente/cra-propone-modificacion-en-consumo-de-agua-para-enfrentar-al-el-nino-215041>

FAO. (2013). *Capatación y almacenamiento de agua de lluvia*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf>

- FIDA. (2016). *EL NIÑO Y LA NIÑA, FENÓMENOS QUE AFECTAN EL EXCESO O LA CARENCIA DE AGUA EN COLOMBIA*. Obtenido de Feria Internacional del Agua: <http://www.fidamedellin.com/fuentes-de-agua-de-colombia-afectada-por-fenomenos-de-el-nino-y-de-la-nina/>
- IDEAM. (2010). *Mapas de precipitación promedio en Colombia*. Obtenido de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21141/precip+media+%5BModo+de+compatibilidad%5D.pdf/e0ae03be-8e3a-44f8-b5a2-2148a5aeff4d>
- maria, b. r. (13 de marzo de 2015). *unimilitarpace planteado por ghisi, lapolli y martini*. Recuperado el 27 de octubre de 2016, de [/bonillaramirezangelicamariaunimilitarpace.matebiblioteca](#): disponible en línea
- Palacios, N. (2010). *Propuesta sistema aprovechamiento de agua lluvia en caldas*. Recuperado el 11 de noviembre de 2016, de Revista Gestión y Ambiente: [www.propuestadeabropechamiento del aguelluvia en caldas.com](http://www.propuestadeabropechamiento-del-aguelluvia-en-caldas.com)
- Reyes, M. C., & Rubio, J. J. (2014). *Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvia*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- UNESCO. (2006). *El agua, una responsabilidad compartida*. Obtenido de Unesco: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001444/144409S.pdf>
- UNESCO. (2007). *El agua, una responsabilidad compartida*. Obtenido de Unesco: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001495/149519s.pdf>
- Unimedios. (2015). *Situación de los recursos hídricos en Colombia es preocupante*. Obtenido de Agencia de Noticias UN: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/situacion-de-los-recursos-hidricos-en-colombia-es-preocupante.html>
- Universia Colombia. (2015). *Colombia: uno de los países con más agua en el mundo*. Obtenido de E I País: <http://noticias.universia.net.co/actualidad/noticia/2015/03/09/1121023/colombia-paises-agua-mundo.html>
- Sampieri, R. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Medina, M. N. (2014). *La investigación aplicada a proyectos: Volumen II*. Bogotá, Colombia: Centro de investigaciones para el desarrollo Cayé SAS.
- Bernal, C. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Pearson.

Méndez, C. (2001). *Metodología: Diseño y Desarrollo del proceso de investigación*. Bogotá: McGraw-Hill.

**LISTA DE ANEXOS:**

- Anexo 1: Ficha técnica del sanitario
- Anexo 2: Ficha técnica de la teja
- Anexo 3: Ficha técnica de la encuesta
- Anexo 4: valores totales mensuales de precipitación (mms)
- Anexo 5: valores n° de días mensuales de precipitación

## GLOSARIO

### **Consumo básico**

Es aquel que satisface las necesidades esenciales de una familia en uso de agua y que se encuentra subsidiado para los usuarios de menores ingresos (estratos 1, 2 y 3)<sup>1</sup>.

### **Captación**

Superficie destinada a la recolección del agua de lluvia para un fin beneficioso<sup>2</sup>.

### **Recolección**

Conjunto de canaletas situadas en las partes más bajas del área de captación con el objeto de recolectar el agua lluvia y de conducirla hacia el interceptor<sup>3</sup>.

### **Interceptor**

Dispositivo dirigido a captar las primeras aguas de lluvia correspondientes al lavado del área de captación y que pueden contener impurezas de diversos orígenes.

### **Almacenamiento**

---

<sup>1</sup> CRA. ABC disminución consumo básico de agua. Obtenido de Ministerio de vivienda:  
[http://www.minvivienda.gov.co/Documents/080216\\_abc%20consumo%20basico%20agua.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/080216_abc%20consumo%20basico%20agua.pdf). 2016.

<sup>2</sup> CEPIS. Guía de diseño para captación de lluvia. Obtenido de itacanet:  
<http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%204%20Lluvia/Guia%20de%20dise%C3%B1o%20para%20captaci%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia.pdf>. 2013.  
p. 6.

<sup>3</sup> Ibíd. , p. 6.

Depósito destinado a la acumulación, conservación y abastecimiento del agua de lluvia con fines domésticos.

### **Escorrentía**

Flujo de agua proveniente de la lluvia, nieve, precipitaciones en una superficie.

### **Oferta hídrica**

Es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal, escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar<sup>4</sup>.

### **Demanda de agua de uso doméstico**

Cantidad de agua consumida por la población urbana y rural para suplir sus necesidades, expresada en términos de volumen en metros cúbicos<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Corponariño. (2011). Ordenamiento del recurso hídrico. Obtenido de Corporación Autónoma Regional de Nariño:  
<http://www.corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmirafloresp3.pdf>

<sup>5</sup> Ibid.

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo diseñar un sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, de fácil implementación y mantenimiento para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal, con el fin de suplir las necesidades esenciales en sanitarios y aseo doméstico.

La metodología utilizada para el diseño del sistema fue la planteada por la CEPIS. Así mismo, se contó con la información Hidrometeorológica del sector suministrada por el IDEAM para realizar los cálculos de los niveles de precipitaciones. Con ello, se calcularon los tamaños del tanque de almacenamiento y demás elementos requeridos para el sistema. Como instrumento adicional, se aplicó una encuesta para recoger la información de los habitantes de la zona.

Como resultado de esta investigación se diseñó una propuesta de un sistema para el aprovechamiento y recolección de agua de lluvia en un sector de Bogotá, cuyas condiciones sociales, económicas y culturales se prestan para promover el uso de herramientas alternativas que generen un beneficio en la comunidad.



## INTRODUCCIÓN

El agua es tal vez el recurso más importante para la vida de todo ser. Dentro de sus usos se destaca el consumo doméstico que incluye alimentación, limpieza, lavado y aseo; el consumo público para la limpieza de calles, fuentes públicas, riego de parques y jardines; el uso en la agricultura, la ganadería y en la industria; también se utiliza el agua como fuente de energía eléctrica y como un canal de comunicación; sin dejar de lado el ocio y la recreación.

De acuerdo a la demografía y geografía de una región, esta se puede caracterizar por ser carente o tener exceso de agua. Por ejemplo, hay regiones de África donde el agua no se consigue. Esta situación llevó a buscar medios alternativos para obtener el recurso hídrico. Una de ellos es el aprovechamiento de las aguas de lluvias con el ánimo de garantizar la subsistencia. En África y en otras regiones en el mundo, se han venido desarrollando en los últimos años mecanismos de almacenamiento que permiten mantener agua disponible todo el año.

Para contribuir con el buen uso del recurso hídrico, se han desarrollado estudios en los cuales se han planteado sistemas alternativos para la recolección y almacenamiento de agua de lluvia. Unos son diseñados para satisfacer necesidades específicas de la comunidad. Otros manejan presupuestos muy altos cuya implementación se torna muy difícil de concretar. Este proyecto nace bajo la necesidad de crear mecanismos que permitan recolectar y aprovechar el agua lluvia, teniendo como referencia las nuevas tecnologías en sistemas de infraestructura hidráulica de países desarrollados como Estados Unidos y Europa.

Dado a que aún la información sobre la utilización de las aguas lluvias para uso residencial en Colombia se está consolidando, con éste proyecto se busca plantear la ingeniería conceptual para aprovechar las aguas lluvias en usos no potables, como lo son las descargas de sanitarios, el riego de jardines, el lavado de zonas comunes, entre otros. Esto como una medida que permita la reducción y consumo de agua potable. Proporcionando así, un adecuado uso al recurso hídrico y una disminución de los gastos generados por dicho consumo. Éste proyecto plantea entonces, tres

aspectos principales: a) el cálculo de los volúmenes disponibles de agua lluvia en la zona estudiada, b) la evaluación del potencial de ahorro de agua potable de acuerdo con el volumen de agua lluvia captado y c) la estimación del presupuesto para la construcción del sistema planteado.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó en primer lugar una revisión de estudios previos sobre sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. De la misma manera, se investigó sobre la teoría relacionada con la temática de investigación, así como sobre las diferentes metodologías para la construcción de este tipo de sistemas. A la par con lo anterior, se realizó una visita de campo al barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal en Bogotá, con el ánimo de identificar las características tanto sociales como hidrológicas de la zona. Con esta información, se diseñó una propuesta de sistema de recolección y aprovechamiento de agua lluvia para uso doméstico, para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal.

Como resultado final de esta investigación se construyó una propuesta de un sistema de recolección y aprovechamiento de agua lluvia para uso doméstico, para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal en Bogotá. Los datos obtenidos arrojan que bajo el sistema propuesto se logra alcanzar un ahorro tanto en el consumo en m<sup>3</sup> de agua potable como a nivel económico reflejado en el valor de la factura.

## 0. FICHA TÉCNICA

### **FECHA**

Junio 2017

### **TÍTULO**

Sistema de recolección y aprovechamiento de agua lluvia para uso doméstico, para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Trabajo que consiste en la participación del estudiante en la formulación de investigación aplicada, junto con la justificación teórica y empírica que corresponda.

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión y tecnologías para la sustentación de las comunidades.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. ANTECEDENTES

A continuación, se presenta una descripción de los antecedentes relacionados con el tema central de este estudio.

Dentro de los trabajos realizados sobre el tema se destaca el de Reyes y Rubio<sup>6</sup>. El estudio consistió en describir el estado del arte de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias. Dentro de los resultados obtenidos se muestra la importancia de incentivar la construcción y uso de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias para labores de riego, uso doméstico e incluso para consumo humano. Es indispensable realizar estudios previos que permitan conocer las características hidrológicas de la zona y de esta forma, diseñar un sistema factible y efectivo. Así mismo, los autores recalcan la necesidad de formular políticas sobre el aprovechamiento de aguas lluvias donde tanto los usuarios, como el gobierno se vean beneficiados.

Otro estudio importante fue el desarrollado por Palacio<sup>7</sup>, en el cual se propone un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias de bajo costo, fácil implementación y mantenimiento, como alternativa para el ahorro de agua potable, la disminución de los gastos debidos al consumo y un uso eficiente del recurso, en la Institución Educativa María Auxiliadora del municipio de Caldas, Antioquia. Se encontró que, con la precipitación de la zona y el espacio disponible, se logra abastecer completamente los sanitarios y lava-escobas durante nueve meses del año, y los tres meses restantes se abarca más del 90% de la demanda, siendo necesario suplir menos del 10% con agua potable. Sin embargo, la inversión inicial es muy alta, lo cual hace necesario buscar fuentes de financiación externa para

---

<sup>6</sup> REYES, M. C., & RUBIO, J. J. Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvia. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia. 2014.

<sup>7</sup> PALACIO, Natalia. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. Medellín: Universidad de Antioquia, 2010.

desarrollar el proyecto. Los autores recomiendan hacer levantamientos en campo para la cuantificación exacta de los componentes del sistema y su ubicación.

Existe un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura o FAO sobre la captación y almacenamiento de agua lluvia<sup>8</sup>. En este se describen los conceptos, estrategias y métodos acerca de cómo mejorar la captación y el aprovechamiento del agua en un medio rural. Así mismo, se aborda el tema de la captación de agua lluvia de techo, lo cual puede servir como insumo para la presente investigación. Dentro de las recomendaciones se menciona que es muy importante apoyarse en investigaciones previas sobre el tema y monitorear las condiciones climáticas de la zona. La organización comunitaria es esencial para el desarrollo de actividades orientadas a buscar mejorías en el aprovechamiento de aguas lluvias.

En el 2011, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en conjunto con la Corporación Financiera Internacional o IFC y con Cámara Colombiana de la Construcción o CAMACOL definieron la Guía Nacional de Construcción Sostenible para Colombia con el ánimo de mitigar el impacto ambiental del sector de la construcción. En el capítulo 4 se describe las medidas y estrategias para reducir el consumo de agua potable<sup>9</sup>. En cuanto al tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua se menciona que a través de un sistema de tubería doble se puede transportar el agua de lluvia captada, acumulada y tratada para descarga de sanitarios y para zonas de limpieza. Se añade que las aguas lluvias son una de las fuentes más puras de agua y que cerca del 85% del agua fresca fluye en aguas residuales. Esto muestra la necesidad de desarrollar estrategias para su captura y tratamiento y así reducir los requerimientos de agua potable de todas las actividades.

---

<sup>8</sup> FAO. Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf>. 2014.

<sup>9</sup> MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. 2011.

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los grandes cambios demográficos y el creciente aumento en el tamaño de la población también son un factor que afecta seriamente a la calidad y cantidad de agua potable disponible en el planeta. No todo el recurso hídrico dulce es apto para el consumo humano. Según la UNESCO, sólo el 2.5% del agua total del planeta es dulce, pero únicamente el 0.4% está en condiciones para ser utilizadas por los seres vivos.

En los países en vía de desarrollo como lo es Colombia, el crecimiento acelerado de la población es inminente. Debido a los conflictos internos, las migraciones de la población rural hacia pueblos grandes, ciudades y megalópolis son elevadas. Estudios realizados por la UNESCO muestran como en muchas de las zonas urbanas de rápido crecimiento se dificulta construir instalaciones de saneamiento e infraestructuras para el abastecimiento de agua. Esto trae como consecuencias el deterioro de la salud, una baja calidad de vida y, el malestar social<sup>10</sup>.

De la misma manera, la combinación de diversas presiones económicas, medioambientales y sociales causan un incremento del uso del agua, de la competitividad, de la contaminación y de la ineficacia en el abastecimiento de agua. Los gobiernos de turno se enfocan en plantear soluciones económicas y políticas a corto plazo que no involucran medidas de desarrollo sostenible. Para muchos gobiernos, hacer frente de forma efectiva a los numerosos aspectos conexos que afectan al agua resulta realmente difícil.

La influencia humana en el medio ambiente también es un factor que ha generado gran impacto en los regímenes de los ríos y sus caudales fluviales. Un ejemplo de ello es la construcción de presas y trasvases. Los cambios en el paisaje, o la eliminación, destrucción o inutilización de los ecosistemas naturales, son los factores de mayor

---

<sup>10</sup>UNESCO. El agua, una responsabilidad compartida. Obtenido de Unesco: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001495/149519s.pdf>. 2007. p. 1

impacto sobre la sostenibilidad de los recursos hídricos naturales. La deforestación, la urbanización y el aumento de las superficies destinadas a la agricultura, afectan significativa en la calidad y cantidad de los caudales de agua<sup>11</sup>.

Otro componente que ha generado impacto en los últimos años en las precipitaciones de agua dulce y en el abastecimiento de agua potable son los fenómenos del Niño y La Niña. Según el IDEAM, la disminución o el aumento de lluvias afecta directamente los recursos hídricos del país: “El Fenómeno del Niño, por ejemplo, hace que los niveles de los ríos disminuyan entre un 30 y un 60%, según la zona del país. Por otro lado, con el Fenómeno de la Niña, los caudales aumentan entre un 40% y un 70%”<sup>12</sup>.

Estas variaciones en torno al agua son perjudiciales para diversos sectores como el energético, el agrícola, el industrial, el de la salud, entre otros. El Fenómeno del Niño trae períodos de sequía, escases y desabastecimiento. Esto afecta directamente la producción de energía eléctrica, a la industria y la sociedad civil en general, ya que el nivel de los embalses disminuye.

Según un informe de la Unidad de Gestión del Riesgo y Desastres, en el 2016, 719 municipios de 28 departamentos sufrieron calamidades públicas por desabastecimiento parcial y racionamiento de agua, impacto en el sector agropecuario e incendio forestal a causa de este fenómeno. Los departamentos más afectados fueron Boyacá, Magdalena, Santander y La Guajira<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Ibíd. , p. 13

<sup>12</sup> FIDA. El niño y la niña, fenómenos que afectan el exceso o la carencia de agua en Colombia. Obtenido de Feria Internacional del Agua: <http://www.fidamedellin.com/fuentes-de-agua-de-colombia-afectada-por-fenomenos-de-el-nino-y-de-la-nina/>. 2016.

<sup>13</sup> EL TIEMPO. El fenómeno del Niño le costó al país 1,6 billones de pesos. El Tiempo, págs. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16609985>. 2016.

Por otro lado, cuando se presenta el fenómeno de la Niña, los embalses, ríos y quebradas se desbordan, lo cual puede causar desastres naturales como inundaciones y deslizamientos, tal como sucedió recientemente en Mocoa, y sus alrededores. Esto lleva a pensar en la necesidad de generar nuevas dinámicas dentro de las comunidades que permitan aprovechar y hacer un uso eficiente y adecuado del recurso hídrico, especialmente del agua de lluvia.

Otro factor importante es el inadecuado uso del recurso hídrico. Se tiene la idea errónea que como el agua está en constante ciclo, es auto-recuperable. Sin embargo, esto ha llevado a que la industria crezca mucho más rápido que el ciclo hidrológico, lo cual ha generado un impacto negativo en el adecuado uso de este recurso. Según la UNESCO, el problema no se centra en la idea que se acabe el agua. El problema radica en la gobernabilidad y en la mala distribución del agua: cómo compartir el agua de forma equitativa y asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, lo cual, hasta el día de hoy, no se ha logrado<sup>14</sup>.

Otro factor que forma parte de esta problemática es la falta de normatividad sobre la gestión para la recolección y el aprovechamiento del agua de lluvia. En 1997 se definió la Ley 373 para establecer programas regionales sobre el uso eficiente y ahorro de agua. En el 2015 se decretó la Resolución 549 como una guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones nuevas. Sin embargo, actualmente, las entidades competentes no le dan mucha importancia a estos temas ya que en las políticas estatales no se estipula como algo necesario a tener en cuenta.

Dentro de la problemática del presente trabajo también se destaca el ambiente económico, social y cultural del barrio La Victoria. Este sector de Bogotá en una zona donde la mayoría de sus habitantes pertenecen a estratos 1 y 2, lo cual muestra que las condiciones económicas no son las más favorables. En muchos casos, los

---

<sup>14</sup> UNESCO. (2006). El agua, una responsabilidad compartida. Obtenido de Unesco: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001444/144409S.pdf>. 2006. p. 13



ingresos de las familias no son suficientes para solventar los gastos de subsistencia y el pago de servicios básicos. Por lo tanto, desarrollar sistemas para el ahorro de estos puede ser parte de la solución para mitigar el gasto económico y mejora así la calidad de vida de las personas.

Con base en la problemática descrita anteriormente, se puede pensar que a través del diseño de un sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, de fácil implementación y mantenimiento para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal se puede suplir las necesidades esenciales en sanitarios y aseo doméstico y contribuir así a la solución de la problemática en estudio.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, de fácil implementación y mantenimiento para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal, con el fin de suplir las necesidades esenciales en sanitarios y aseo doméstico.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las características hidrológicas del barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal.
- Desarrollar un sistema alternativo de ahorro y aprovechamiento de aguas lluvias como alternativa para usos no potables (sanitarios, riego de jardines, lavado de patios y áreas comunes, entre otros).
- Estimar los costos de la implementación de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias en una vivienda de interés social y el periodo de retorno de la inversión.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Colombia es uno de los países más ricos en recursos hídricos. A nivel mundial ocupa el puesto 24 y en Latinoamérica, se ubica en el tercer lugar. Sin embargo, la distribución de este bien imprescindible para la humanidad no es equitativa, y hay muchas personas que deben hacer un gran sacrificio para obtenerlo y sufren su escasez<sup>15</sup>. Así mismo, según el Banco Mundial, en Latinoamérica, la mayor parte de los recursos hídricos no reciben un tratamiento adecuado, ya que tres cuartas partes de las aguas fecales o residuales vuelven a los ríos y a otras fuentes. Esto genera un problema serio para el medio ambiente y la salud pública.

De la misma manera, la falta de interés de los gobiernos en generar estrategias para utilizar medios alternativos que permitan hacer un uso eficiente del recurso hídrico, lleva a incentivar a la academia para que desde allí, se ideen proyectos que impulsen el hecho de adoptar medidas alternativas que permitan la sostenibilidad del recurso. Conocer las técnicas de aprovechamiento de aguas lluvias es un valor fundamental para lograr éste propósito.

Según la CRA, el consumo básico en el país estaba establecido en 20 m<sup>3</sup>/usuario/mes. En un estudio realizado en el 2015, se encontró que el consumo promedio de los usuarios residenciales disminuyó. Entre 2005 y 2015 en clima cálido se pasó de consumir 19 m<sup>3</sup>/suscriptor/mes a 15. Por su parte, en el clima templado se pasó de 16 a 13 m<sup>3</sup>/suscriptor/mes y en clima frío, el consumo descendió de 12 a 10 m<sup>3</sup>/suscriptor/mes<sup>16</sup>. Sin embargo, el

---

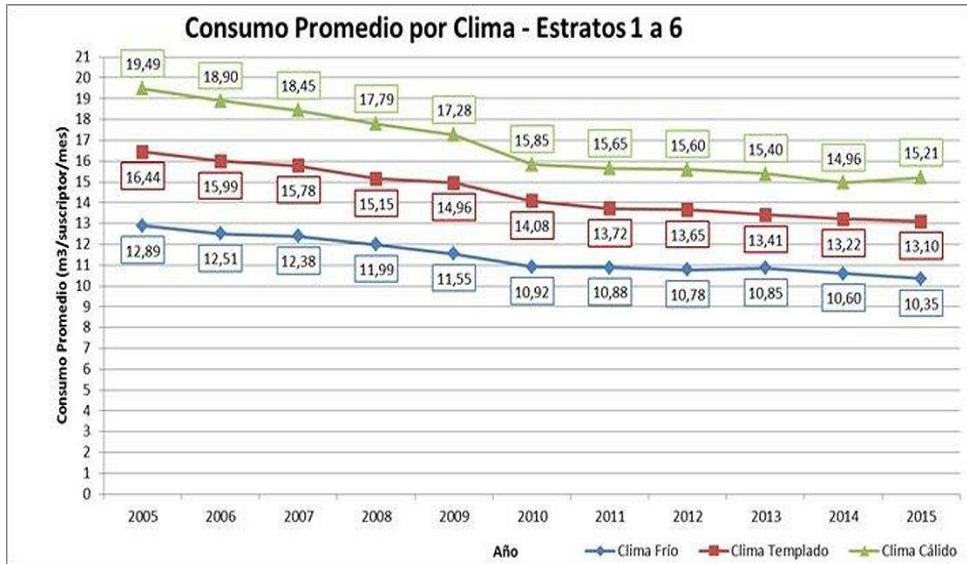
<sup>15</sup> UNIVERSIA COLOMBIA. Colombia: uno de los países con más agua en el mundo. Obtenido de El País: <http://noticias.universia.net.co/actualidad/noticia/2015/03/09/1121023/colombia-paises-agua-mundo.html>. 2015.

<sup>16</sup> EL UNIVERSAL. CRA propone modificación en consumo de agua para enfrentar al El Niño. Obtenido de El Universal: <http://www.eluniversal.com.co/ambiente/cra-propone-modificacion-en-consumo-de-agua-para-enfrentar-al-el-nino-215041>. 2015.

IDEAM afirma que pensar que esa riqueza no cuesta ni necesita preservarse es un error<sup>17</sup>.

En la Figura 1 se muestra el consumo promedio de agua por habitante según el clima.

Figura 1. Consumo de agua por habitante según el clima



Fuente: CRA. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico  
 CRA. Obtenido de Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento  
 Básico CRA: <http://www.cra.gov.co/>. 2015

Por otro lado, los actuales sistemas de construcción de casas de interés social en Colombia están sujetos a una serie de normas como la NSR-10 y otras que deben cumplir las empresas que se dedican a este mercado. Las grandes constructoras de nuestro país han desarrollado nuevas técnicas de construcción que permiten generar casa de interés más rápido y a un menor costo comparado con una casa normal.

El barrio La Victoria forma parte de la localidad de San Cristóbal. Está ubicado al oriente de la localidad, colindando con los cerros orientales de

<sup>17</sup> UNIMEDIOS. Situación de los recursos hídricos en Colombia es preocupante. Obtenido de Agencia de Noticias UN: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/situacion-de-los-recursos-hidricos-en-colombia-es-preocupante.html>. 2015.

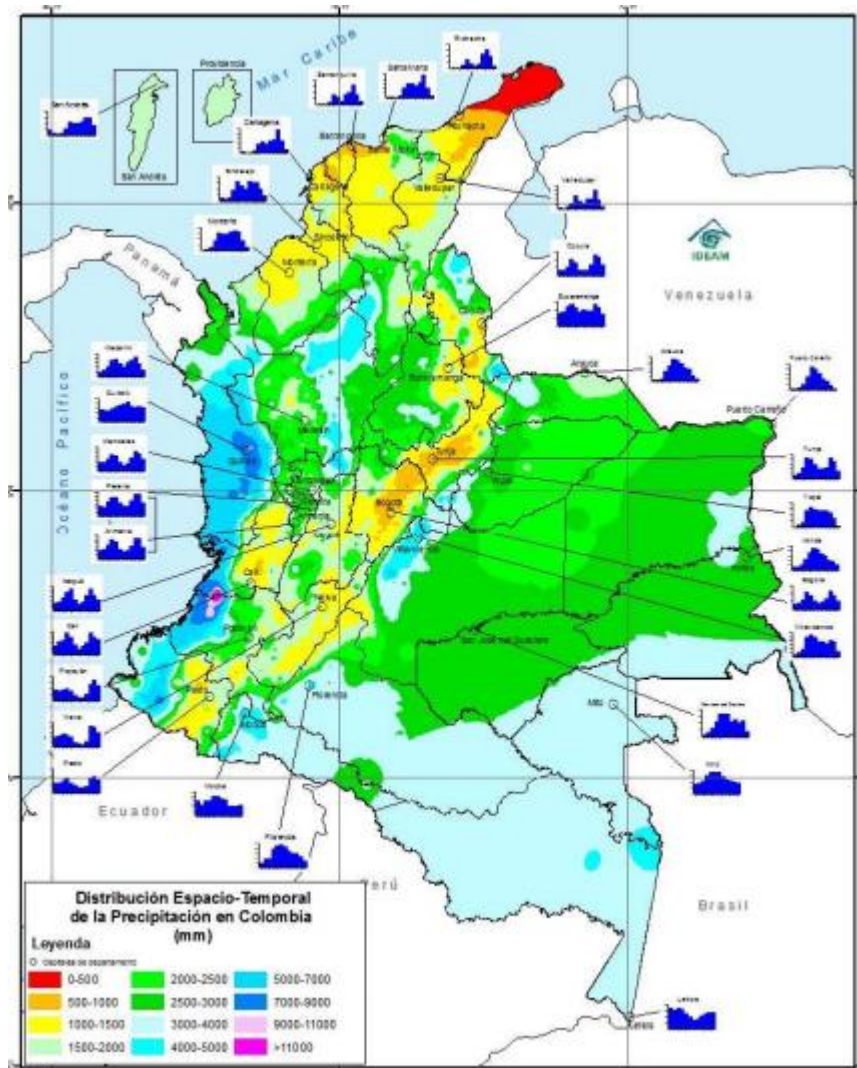
Bogotá y el parque Entre Nubes. Esto hace que el sector se convierta en un lugar de alta precipitación mensual (PMPLL). Según el IDEAM, en los cerros orientales, hay más frecuencia de lluvias que el resto de la ciudad. Las precipitaciones se producen por una razón orográfica: “Un frente de aire se mueve hacia el oriente y se estrella contra el cerro y llueve, porque la nube llega cargada con agua y como encuentra un obstáculo asciende, por la baja temperatura en las alturas se enfría, condensa y precipita”<sup>18</sup>. El IDEAM afirma que las lluvias promedio en esta zona de la ciudad están entre los 5000 y 7000 mm en promedio por año, lo cual es una cifra bastante elevada<sup>19</sup>. Sin embargo, este dato se convierte en un sustento para incentivar la generación de proyectos en torno a la recolección y al aprovechamiento de aguas lluvia en esta zona de la ciudad. En la Figura 2 se puede evidenciar esto.

---

<sup>18</sup> EL TIEMPO. Radiografía de cómo llueve en Bogotá. Obtenido de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15471236>. 2015.

<sup>19</sup> IDEAM. Mapas de precipitación promedio en Colombia. Obtenido de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21141/precip+media+%5BModo+de+compatibilidad%5D.pdf/e0ae03be-8e3a-44f8-b5a2-2148a5aeff4d>. 2010.

Figura 2. Lluvia promedio anual



Fuente: Ibíd.

Siendo el agua un elemento esencial para mantener la vida, satisfacer las necesidades básicas humanas de abastecimiento seguro de alimentos e inmunidad frente a las enfermedades depende de ella. Así mismo, el desarrollo económico requiere recursos energéticos y actividades industriales, y ambos dependen del agua. La provisión de instalaciones sanitarias en las escuelas tiene efectos positivos sobre la higiene y la salud y ayuda a salvaguardar el medio ambiente natural. Por estas razones y

muchas más, el acceso a un agua potable segura y al saneamiento es fundamental para el desarrollo y crecimiento de una sociedad<sup>20</sup>.

Debido a lo mencionado anteriormente y las problemáticas expuestas en el capítulo anterior, en torno a la situación actual sobre la falta de gestión desde la comunidad y desde los entes encargados para el aprovechamiento del agua, especialmente del agua de lluvia y en aras de contribuir desde la academia a dar una solución a estas problemáticas, surge la necesidad de construir una propuesta de un sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, de fácil implementación y mantenimiento para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal, con el fin de suplir las necesidades esenciales en sanitarios y aseo doméstico. Cada vez más es indispensable crear programas específicos con el fin mitigar los impactos por la mala gestión del recurso hídrico. A nivel nacional se reconoce la necesidad de disponer de buena información sobre la calidad del agua para elaborar estrategias de utilización y reutilización que satisfagan las demandas de calidad y cantidad<sup>21</sup>.

Por medio de esta investigación se busca contribuir y dar solución a la problemática sobre de la reutilización y aprovechamiento del agua de lluvia, así como, generar un impacto ambiental positivo, ya que este es un líquido necesario para todo el mundo. Así mismo, este proyecto beneficiará a una población de bajos recursos, ayudándoles a solventar los gastos en el consumo de agua y mejorando su calidad de vida, por medio de una vivienda digna y auto sostenible.

---

<sup>20</sup> UNESCO. El agua, una responsabilidad compartida. Obtenido de Unesco: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001444/144409S.pdf>. 2006. p. 13

<sup>21</sup> *Ibíd.* , p. 13

## **4. MARCOS DE REFERENCIA**

### **4.1. MARCO CONCEPTUAL**

#### **4.1.1. Captación y aprovechamiento de agua.**

La práctica de captación y aprovechamiento de agua de lluvia se define como la técnica o procedimiento capaz de aumentar la disponibilidad de agua en un espacio o terreno, para uso doméstico, animal o vegetal. Por lo general, son técnicas mejoradas de manejo de suelos y agua, de manejo de cultivos y animales, así como la construcción y manejo de obras hidráulicas que permiten captar, derivar, conducir, almacenar y/o distribuir el agua de lluvia<sup>22</sup>.

El origen de las técnicas de captación de agua se remonta a miles de años atrás. Los pioneros fueron las civilizaciones de meso y sur América. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura o FAO, en los últimos 30 años, se han perfeccionado muchas técnicas gracias al aporte de diferentes instituciones y países.

El aprovechamiento de agua lluvia para viviendas es una práctica de fácil implementación que permite ahorrar el consumo de agua potable, dando un uso eficiente al recurso, de manera que aquellos sistemas en los cuales el agua potable no es necesaria, pueden ser abastecidos por el agua lluvia. Según la FAO, la lluvia es el medio más común y sin costo de aporte de agua en un terreno.

La FAO clasifica estas prácticas de la siguiente manera:

---

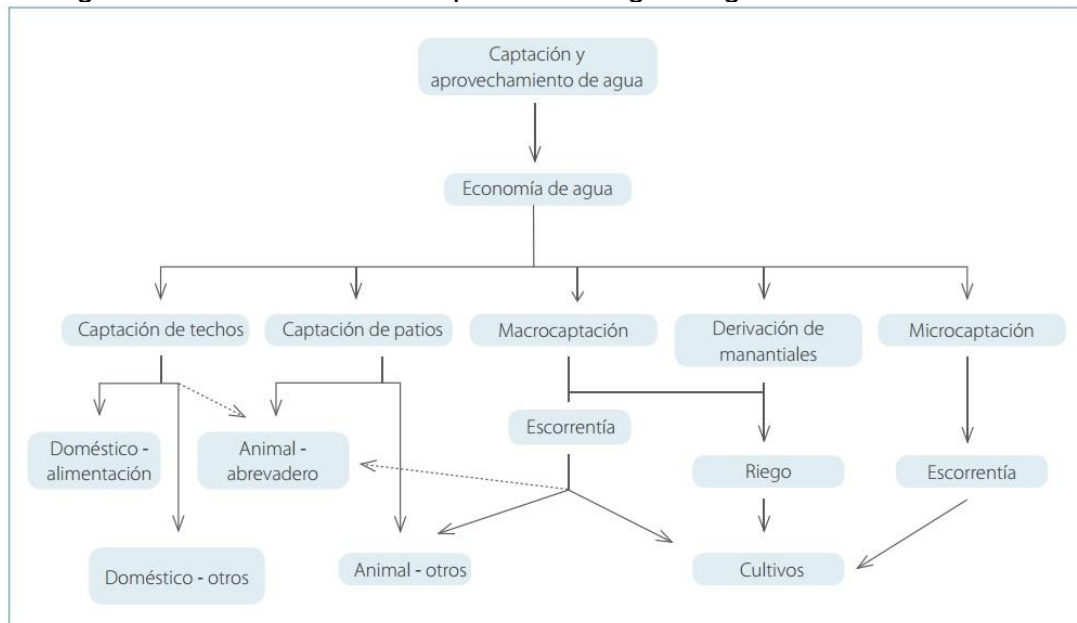
<sup>22</sup> FAO. Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf>. 2014. p. 88.



- **Microcaptación:** También conocida como captación in situ, por tratarse de un proceso de captación y uso en un lugar cercano o contiguo. Por sus características, esta técnica se utiliza en el suministro de agua para cultivos. Consiste en captar la escorrentía superficial generada dentro del propio terreno de cultivo, en áreas contiguas al área sembrada o plantada, para hacerla infiltrar y ser aprovechada por estos.
- **Cosecha de agua de techos de vivienda y otras estructuras impermeables:** Esta es la modalidad más conocida y difundida de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Consiste en captar la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas y establos, patios de tierra batida, superficies rocosas, hormigón, mampostería o plástico. La captación de agua de techos es la que permite obtener el agua de mejor calidad para consumo doméstico.

En la Figura 3 se describe las modalidades de captación de agua según su finalidad de uso

Figura 3. Modalidades de captación de agua según la finalidad de uso



Fuente: *Ibíd.* , p. 90

Para poder captar y aprovechar el agua de lluvia de la mejor manera posible, es indispensable hacer una selección correcta de las modalidades y técnicas necesarias, en función de las condiciones ambientales y socioeconómicas del sector o localidad. Así mismo, es muy importante que estas técnicas sean de bajo costo y que dentro del análisis de costos, se incluya las necesidades para el mantenimiento y operación. De acuerdo a lo anterior, la captación de agua de techo se convierte en la técnica más adecuada para el consumo humano y uso doméstico.

La FAO propone tener en cuenta los siguientes pasos antes de realizar actividades y construir obras de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, con el fin de satisfacer de manera eficiente y efectiva la población que requiera ser intervenida:

- Paso 1: Conocer y cuantificar el ciclo hidrológico local.
- Paso 2: Verificar el conocimiento y experiencia de los pobladores para establecer las posibilidades de mejoramiento y necesidades de cambios.
- Paso 3: Verificar las necesidades inmediatas y prioritarias de los pobladores para definir las finalidades de uso del agua.
- Paso 4: Establecer participativamente los objetivos y metas, claros y factibles, de corto, mediano y largo plazo, en función de definir las mejores técnicas de captación de agua de lluvia.

La selección final de una técnica o conjunto de ellas depende de cómo se adaptan a las condiciones del clima, terreno, suelo, cultivos, pastos o árboles, y de su factibilidad económica, aceptación de la población y capacidad que tengan de utilizarla y mantenerla<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> Ibíd. , p. 94.

Existe una metodología desarrollada por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos en 1998 llamada LEED o Leadership in Energy & Environmental Design. Son un conjunto de normas sobre la utilización de diversas estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo. Tiene como eje principal la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela y la selección de materiales. Su objetivo es avanzar en la utilización de estrategias que permitan una mejora global en el impacto medioambiental de la industria de la construcción<sup>24</sup>.

Por otro lado, está el modelo propuesto por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente o CEPIS. Siguiendo los parámetros establecidos por este, un sistema de captación de agua lluvia debe cumplir los siguientes requisitos: para el diseño del sistema debe tenerse en cuenta los datos de la precipitación mensual de la zona de por lo menos diez años; la oferta de lluvia se determina a partir del promedio mensual de las precipitaciones; la demanda de agua debe considerar un mínimo de cuatro litros de agua por persona/día para bebida, preparación de alimentos e higiene bucal.

De la misma manera, para diseñar un sistema de aprovechamiento de agua lluvia se requieren cuatro componentes principales: captación, recolección, interceptor de primeras aguas y almacenamiento. Sin embargo, Palacio<sup>25</sup> menciona que también se debe tener en cuenta el sistema de filtración rápida y el sistema de bombeo.

Para el criterio de diseño, el CEPIS sugiere el método llamado: Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento. Este método calcula tanto el

---

<sup>24</sup> REYES, M. C., & RUBIO, J. J. Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvia. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia. 2014. P. 30.

<sup>25</sup> PALACIO, Natalia. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. Medellín: Universidad de Antioquia, 2010.

área de techo necesaria y la capacidad del tanque de almacenamiento, como el volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área. De esta forma se puede determinar la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo. Las variables necesarias para este análisis son el número de usuarios, el coeficiente de escorrentía y la demanda de agua.

El método propuesto tiene los siguientes pasos:

1. Determinación de la precipitación promedio mensual como función de los datos promedio mensuales de precipitación en un periodo determinado. Se expresa a partir de la Ecuación 1:

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

[1]

Donde:

n: número de años

pi: valor de precipitación mensual del mes “i” [mm]

El valor de Ppi del mes “i” puede expresarse en mm/mes o Lt/m<sup>2</sup>/mes.

2. Determinación de la demanda de agua necesaria para atender las necesidades de la familia o familias por mes. Se puede calcular a partir de la Ecuación 2:

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

[2]

Donde:

Nu: número de usuarios

Nd: número de días del mes

Dot: dotación (Lt/persona x día)

El valor de Di del mes “i” puede expresarse m<sup>3</sup>.

3. Determinación del volumen del tanque de abastecimiento, es decir, la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo teniendo en cuenta los promedios mensuales de las precipitaciones, la materia del techo y el coeficiente de escorrentía.

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000}$$

[3]

Donde:

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m<sup>2</sup>)

Ai: oferta de agua en el mes "i" (m<sup>3</sup>)

Con los valores obtenidos de las Ecuaciones 1, 2 y 3, se calcula el acumulado mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. Las áreas de techo con diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año indican que no son capaces de captar la cantidad de agua demandada por los interesados, por lo tanto, se descartan.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados<sup>26</sup>.

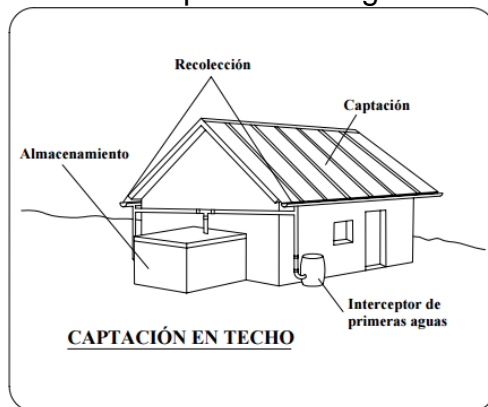
En la

Figura 4, se muestra el sistema típico de captación de agua lluvia en techos propuesto por el CEPIS. A continuación, se describen sus componentes.

---

<sup>26</sup> CEPIS. Guía de diseño para captación de lluvia. Obtenido de itacanet: <http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%204%20Lluvia/Guia%20de%20dise%C3%B1o%20para%20captaci%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia.pdf>. 2013.

Figura 4. Sistema de Captación de Agua Pluvial en techos



Fuente: Ibíd. , p. 5.

#### 4.1.2. Captación.

Es la superficie donde se recolecta el agua lluvia. Corresponde al techo de la edificación, el cual, deberá tener una pendiente inclinada (no menor al 5%) y una superficie adecuada que permita la caída del agua lluvia hacia el sistema de recolección. Los materiales empleados en la construcción de estos techos son la plancha metálica ondulada, tejas de arcilla, madera, paja, cemento, entre otros, destacándose los techos de cemento y de teja debido a la durabilidad, el bajo costo y la calidad de agua<sup>27</sup>. Los coeficientes de escorrentía según el material se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía

Material	Coefficiente
Plancha metálica	0.90
Tejas de arcilla	0.8-0.9
Madera	0.8-0.9
Paja	0.6-0.7
Cemento	0.7-0.8

Fuente: Autores

<sup>27</sup> PALACIO, Natalia. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. Medellín: Universidad de Antioquia, 2010.

#### **4.1.3. Recolección y conducción.**

Corresponde a las canales ubicadas en los bordes inferiores del techo. Su función es recolectar el agua lluvia y conducirla hasta el interceptor. Deben ser instaladas con una pendiente pequeña para facilitar el flujo del agua.

El material debe liviano, resistente al agua y de fácil unión para reducir las fugas. El CEPIS sugiere bambú, madera, metal o PVC para su construcción.

Para su diseño, se sugiere que el ancho de la canaleta este entre 75 mm y 150 mm. Así mismo, el techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta como mínimo en un 20% del ancho de esta. La distancia entre la parte superior de la canaleta y la parte más baja del techo debe ser la menor posible para evitar la pérdida de agua. El máximo tirante de agua en las proximidades del interceptor no deberá ser mayor al 60% de la profundidad efectiva de la canaleta. La velocidad del agua en estas no debe exceder 1m/s.

Las canaletas deben pegarse muy bien a los bordes más bajos del techo. Las uniones entre ellas deben ser herméticas y lo más lisas posibles para evitar que el agua se represe. La capacidad de conducción puede calcularse a partir de las fórmulas de Maning teniendo en cuenta el coeficiente de rugosidad del material de la canal.

#### **4.1.4. Interceptor.**

Es el dispositivo que capta las primeras aguas provenientes del techo. Cumple la función de filtro porque evita el almacenamiento de aguas con impurezas. En el diseño de este, es importante tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo. Se estima 1 litro por m<sup>2</sup> de techo<sup>28</sup>.

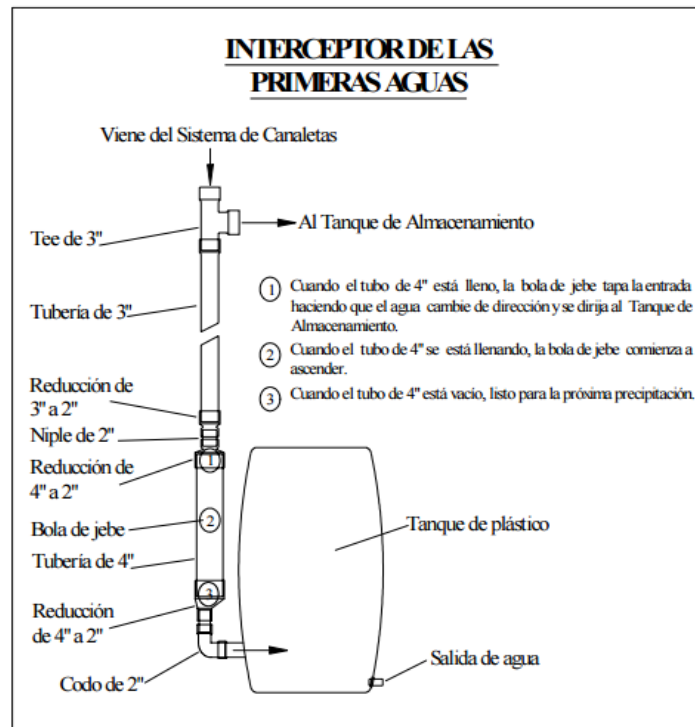
---

<sup>28</sup> CEPIS. Guía de diseño para captación de lluvia. Obtenido de itacanet:  
<http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%204%20Lluvia/Guia%20de%20dise%C>

El interceptor puede ser un tanque y debe ir conectado a las canaletas por medio de bajantes. Debe tener una válvula de flotador que controle el llenado. Cuando éste alcance el nivel deseado, la válvula impedirá el paso del agua hacia el interceptor y la dirigirá hacia el tanque de almacenamiento<sup>29</sup>. El agua recolectada en este dispositivo puede ser utilizada para el riego de plantas o jardines.

El volumen del interceptor se calcula teniendo en cuenta un litro de agua lluvia por metro cuadrado del área del techo. En la Figura 5 se muestra el modelo de interceptor de las primeras aguas propuesto por el CEPIS.

Figura 5. Interceptor de las primeras aguas



Fuente: Ibíd. , p. 7.

3%B1o%20para%20captaci%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia.pdf. 2013. p. 6.

<sup>29</sup> PALACIO, Natalia. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. Medellín: Universidad de Antioquia, 2010.



#### **4.1.5. Almacenamiento.**

Corresponde al lugar donde se almacenará y conservará el agua de lluvia necesaria para su uso. Según el CEPIS, estas unidades de almacenamiento deben ser duraderas y pueden ser construidos con mampostería para volúmenes menores 100 a 500 L, ferrocemento para cualquier volumen o concreto para cualquier volumen.

Las especificaciones que deben cumplir son las siguientes:

- Debe ser impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
- No debe ser de más de 2 m de altura para minimizar las sobre presiones. La parte superior no deberá estar a menos de 0.30 m con respecto al punto más bajo del área de captación,
- Debe tener tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar,
- Debe disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias,
- En la entrada y el rebose debe tener mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
- Debe estar dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje, así como de un filtro de arena para purificar el agua. La velocidad de filtración debe ser menor a 0.2m/hora.

El volumen del tanque de almacenamiento será determinado a partir de la demanda de agua, de la intensidad de las precipitaciones y del área de captación.

#### **4.1.6. Red de distribución de agua lluvia.**

Corresponde a la red que distribuirá el agua lluvia para los diferentes puntos de uso. Debe ir paralela a la red del acueducto. Es importante proteger la red de suministro de agua potable con una válvula de

cheque para evitar que el agua de lluvia se mezcle con el agua potable<sup>30</sup>.

#### **4.1.7. Sistema de bombeo.**

Es el encargado de distribuir el agua desde la unidad de almacenamiento hacia las unidades sanitarias. Se recomienda que la tubería de succión de la bomba esté al menos 50 cm por encima del fondo del tanque para evitar el arrastre del material sedimentado.

Uno de los sistemas de bombeo más usados es el HVAC. Estos sistemas incluyen válvulas de control diseñadas para modular o alternar abierto-cerrado como función de carga. Adicional a esto, deben tener en cuenta:

- a. El flujo de fluido variable y deben ser capaces de reducir las tasas de flujo de bombeo al 50% o menos de la tasa de flujo de diseño.
- b. Se requiere tener variadores de velocidad para una potencia total de bombeo superior a 7.5 kW (10 HP).
- c. El flujo mínimo a través de una bomba debe ser suficiente para remover el calor de la compresión (potencia entrante del motor) con no más de 5.5°C de incremento de temperatura.
- d. Se debe prestar especial atención a las condiciones de entrada de la bomba; un tubo recto de mínimo 4 a 6 de diámetros de largo aguas arriba o un difusor de succión es recomendable para bombas instaladas en terreno.
- e. Bombas de flujo variable nunca deben tener válvulas de balance instaladas en la descarga ya que el flujo de balance se puede alcanzar fácilmente al variar la velocidad de la bomba.

---

<sup>30</sup> *Ibíd.*

- f. Cuando se usa una válvula combinada de trabajo y chequeo, instale una válvula adicional de apagado a la salida para que válvula de chequeo se pueda mantener.

#### **4.1.8. Tratamiento.**

Es muy importante que el agua tanto del interceptor como del tanque de almacenamiento sea tratada. En el primero se debe remover las partículas provenientes de las canaletas. En el segundo, el tratamiento puede realizarse con filtro y desinfección con cloro.

#### **4.1.9. Estudios realizados por entidades.**

A nivel internacional existen dos organizaciones encargadas de estudiar todo lo relacionado con la calidad de agua para su consumo y uso. En primer lugar, está el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente o CEPIS. Es el centro regional de tecnología ambiental de la Organización Panamericana de la Salud Oficina regional (OPS), Oficina regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El CEPIS realiza actividades encaminadas a orientar a los países de la Región en el manejo de los problemas ambientales que constituyen riesgos para la salud humana: abastecimiento de agua, tratamiento y recursos de aguas residuales, manejo de desechos sólidos domésticos entre otros.

El Centro impulsa programas que refuerzan la cooperación de la OPS con los países y dedica especial atención al desarrollo de tecnologías económicas de fácil operación y mantenimiento, disseminación de información, movilización y capacitación de recursos humanos, educación sanitaria y a la participación de la comunidad en la gestión ambiental.

En el 2003, en conjunto con la OPS y la OMS, el CEPIS publicó un

manual con las especificaciones técnicas para la captación de agua de lluvia para consumo humano, en el cual se fundamentó la presente investigación.

## **4.2. MARCO LEGAL**

Sobre la captación de agua lluvia, en el 2011 el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en conjunto con la Corporación Financiera Internacional o IFC y con Cámara Colombiana de la Construcción o CAMACOL crearon la Guía Nacional de Construcción Sostenible para Colombia. En cuanto a leyes, está la Ley 373 de 1997 que establece un programa para el uso eficiente y ahorro de agua. En ella se enuncia que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Según esta Ley, las entidades regionales encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico, deben elaborar y adoptar proyectos y acciones para el manejo, protección y control del recurso hídrico<sup>31</sup>.

En el 2011, el gobierno nacional formuló el decreto 3571, en el cual se establecen los objetivos, estructuras, funciones del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y se integra el Sector administrativo de vivienda, ciudad y territorio.

En temas de regulación de agua potable y saneamiento básico está la CRA o Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento básico. Esta tiene como propósito fundamental regular monopolios, promover la competencia, impulsar la sostenibilidad del sector Agua Potable y Saneamiento Básico, evitando abusos de posición dominante, garantizando la prestación de servicios de calidad, con tarifas razonables y amplia cobertura.

---

<sup>31</sup> CONGRESO DE COLOMBIA. LEY 373 DE 1997. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=342>. 1997.

En el 2015, se expidió la Resolución CRA 729, por la cual se modifica el rango de consumo básico: “Por la cual se presenta el proyecto de Resolución “Por la cual se modifica el rango de consumo básico”, se da cumplimiento a lo previsto por el artículo 2.3.6.3.3.9 del Decreto 1077 de 2015, y se inicia el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector”<sup>32</sup>.

El objetivo de esta resolución es modificar el rango de consumo básico y definir el consumo complementario y suntuario, de tal forma que se contribuya al uso eficiente, ahorro del agua y se desestime su uso irracional. Los valores definidos para consumo básico en ciudades y municipios con altitud promedio por encima de 2000 metros es de 11 m<sup>3</sup>; para ciudades entre 1000 y 2000 metros es de 13 m<sup>3</sup>; y para ciudades por debajo de los 1000 metros es de 15m<sup>3</sup>.

De la misma manera, la CRA en el 2016 publicó un ABC sobre la disminución del consumo básico de agua donde se exponen los porcentajes de subsidio para cada estrato, así como los beneficios al disminuir el consumo básico. En cuanto a lo primero, los concejos municipales y los alcaldes tienen el deber de determinar los porcentajes de subsidio que puede recibir un ciudadano de estratos 1, 2 o 3. Los topes establecidos por la Ley son: 70% (Estrato 1), 40% (Estrato 2) y 15% (Estrato 3).

Dentro de los beneficios está incentivar el uso racional y eficiente del agua, ya que consumir lo necesario, permitirá disminuir la presión sobre el recurso hídrico del país, de tal forma que se pueda contar con mayores posibilidades de acceso y disponibilidad del agua para abastecimiento de la población. También poder contar con mayores recursos financieros para mayor número de población que requiere subsidios, ya que se dejaría de cubrir con subsidios a quienes hagan un consumo innecesario de agua y así poder beneficiar más población que

---

<sup>32</sup> CRA. RESOLUCIÓN CRA 729 DE 2015. Obtenido de CRA: <http://cra.gov.co/apc-aa-files/33323662393563653464313139313162/resolucin-cra-729-de-2015-edicin-y-copia.pdf>. 2015.

requiere de este beneficio.

En el 2015 El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, expidió del Decreto 1285 de 2015 y la Resolución 0549 de 2015 con la cual se adopta la Guía de Construcción para el ahorro de Agua y Energía. Esta reglamentación tiene como objetivo, introducir estándares de construcción sostenible para promover la eficiencia energética y el uso racional de agua en las nuevas edificaciones que se construyan en el territorio nacional a partir de su entrada en vigencia. Con ello se pretende que las nuevas construcciones sean más eficientes en términos de consumo de agua y energía; para lo cual, se establecen porcentajes obligatorios de ahorro de energía y agua en las edificaciones de como mínimo un 15%<sup>33</sup>. La ley entró en vigencia a partir del 11 de julio de 2016.

#### **4.3. MARCO GEOGRÁFICO**

El presente estudio se desarrolla en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal en la ciudad de Bogotá. Este barrio colinda con los cerros orientales, lo cual hace que sea una zona bastante lluviosa. El ambiente socio económico del barrio La Victoria está conformado por familias de estrato 1 y 2, lo cual muestra la necesidad de crear estrategias que permitan disminuir el costo del servicio y aumentar el beneficio de uso del recurso hídrico, y así, contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes y a fortalecer el medio ambiente. En la Figura 6 se muestra el mapa de la localidad.

---

<sup>33</sup> MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Resolución No. 549 de 2015.



## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

Esta investigación reúne tres tipos de estudios: exploratorio, descriptivo y analítico. Estos estudios acuden a técnicas de recolección de información como la observación, las entrevistas, cuestionarios, informes de otros investigadores y el muestreo. Se correlaciona la investigación en:

- Recolección de información por medio de instrumentos como leyes, decretos, recomendaciones, informes de otros investigadores, muestreo, entrevistas y observación.
- Depuración de los datos de las precipitaciones, así como de las características hidrológicas, sociales y económicas de la zona para revisar y analizar la implementación del sistema propuesto.
- Obtención e interpretación de los resultados.
- Construcción de la propuesta de un sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, de fácil implementación y mantenimiento para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal, con el fin de suplir las necesidades esenciales en sanitarios y aseo doméstico.

Los estudios de esta investigación se sustentan en la metodología planteada por el CEPIS descrita en el marco de referencia, así como en los estudios realizados por otros autores, tanto a nivel nacional como internacional; identificando, depurando y analizando las características que puedan servir como insumo para la construcción de un sistema de recolección y aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico.

Esta investigación se desarrolló en varias etapas. En primer lugar, se hizo una revisión de la información actual sobre la construcción de sistemas para la recolección y aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico incluyendo normatividad y recomendaciones.



Así mismo, se identificaron diferentes metodologías para la implementación de estos sistemas. Seguido a esto, se seleccionó el tipo de vivienda a partir de una visita de campo realizada en el sector. Así mismo, se aplicó entrevistas a algunos residentes del sector y con ello se identificó las características hidrológicas y factores sociales y económicos de la zona.

Para la elaboración del proyecto se tuvo en cuenta los diferentes tipos de vivienda de interés social, el área a desarrollar y el costo de estas. Se eligió el conjunto residencial “Entre Nubes Santa Rita” en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá. Se identificó que actualmente las casas cuentan con dos tipos de redes: una red hidráulica potable y una red sanitaria.

A la par con esto, se identificaron los materiales requeridos para la implementación del sistema de recolección y conducción de aguas lluvias. Una vez obtenidos los datos necesarios para el cálculo de la tubería y demás accesorios, se determinó el material más óptimo para el proceso constructivo y se procedió al diseño del sistema siguiendo la metodología propuesta por el CEPIS.

Con la información recogida en las etapas anteriores, se realizó un cuadro comparativo del ahorro que se obtendría con este sistema si se llegara a implementar. Finalmente se consolidó un documento con la propuesta del sistema de recolección y aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá.

**Caso de Estudio.** Esta investigación se desarrolló en un conjunto residencial de casas del barrio La Victoria llamado “Entre Nubes Santa Rita”, de la localidad de San Cristóbal, en Bogotá ubicado entre la carrera 45 este sur y la calle 51 a sur. Este sector se clasifica como estrato 2 y se caracteriza por ser una zona altamente lluviosa debido a su topografía y a su ubicación cercana a los cerros orientales. El conjunto se encuentra construido a una altura de 3000m sobre el nivel del mar. En la Figura 7 se muestra la ubicación del conjunto desde la plataforma de Google Earth.

Figura 7. Localización del conjunto residencial



Fuente: Google Earth  
Año: 2016

El conjunto consta de 305 casas que cuentan con dos pisos, un área construida de 26 m<sup>2</sup>, un baño y un antejardín. No tienen patio. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de ellas. En el plano Anexo se especifican las dimensiones las viviendas.

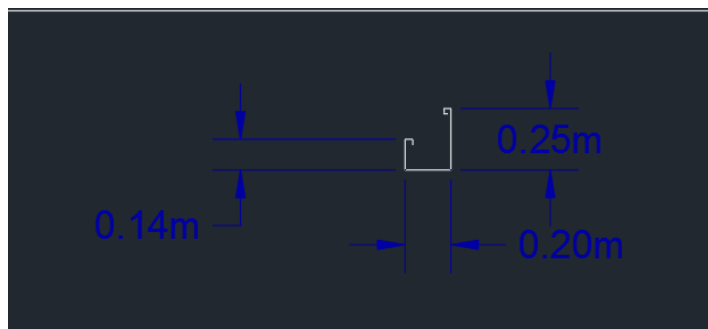
Figura 8. Fotografías de las viviendas del estudio



Fuente: Autores

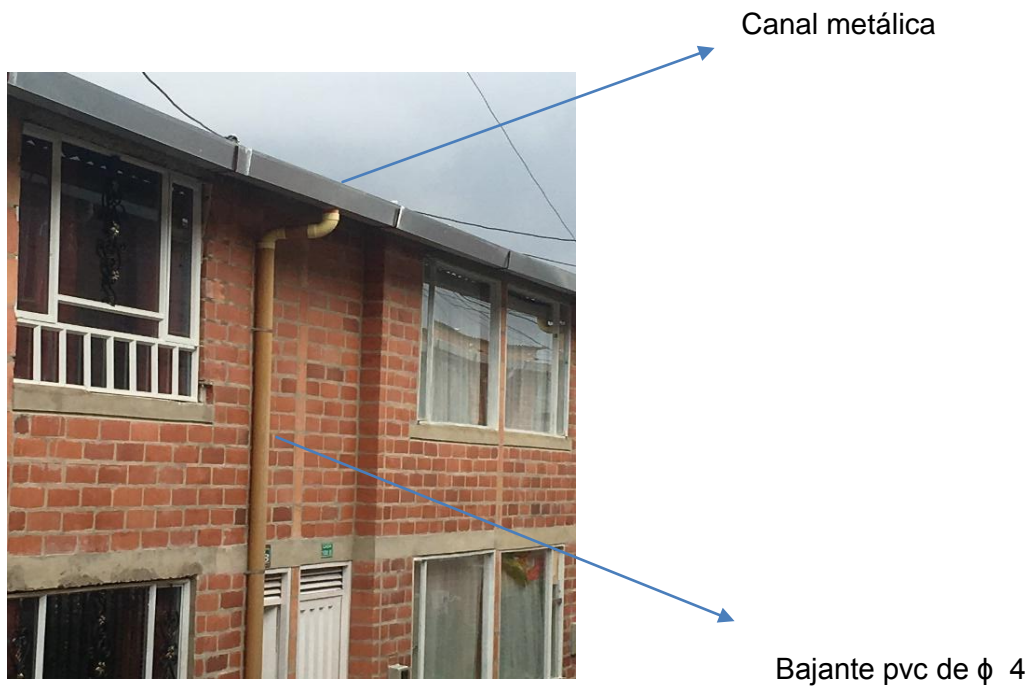
Cada casa tiene una cubierta de teja en asbesto cemento y una canal metálica cuyas dimensiones se observan en la Figura 9. Estas son evacuadas por bajantes en pvc de  $\phi$  4" a unas canaletas en concreto como se observa en la Figura 10 y Figura 11 respectivamente.

Figura 9. Dimensiones de las canales



Fuente: Autores

Figura 10. Fotografía de canales y bajantes



Fuente: Autores

Figura 11. Fotografía de canaletas



Fuente: Autores

## **5.1. VARIABLES**

Las variables que se analizaron en esta investigación fueron la cantidad de litros por habitante suficientes para suplir las necesidades de sanitarios y limpieza locativos. Y la relación costo-beneficio en la implementación del diseño propuesto en el proyecto para los habitantes de sector de La Victoria.

## **5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **5.2.1. Población.**

Según los objetivos de esta investigación se determinó como población objetivo todos los habitantes de la localidad de San Cristóbal. También se considera como población objetivo las entidades encargadas de la gestión del recurso hídrico como lo son a CRA y el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

### **5.2.2. Muestra.**

En esta investigación, la población muestreada está compuesta por 305 casas del barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal.

En el estudio de campo realizado se encontró que el 44.92% de las casas cuenta con una topografía desfavorable por gravedad para la implementación del sistema, por lo tanto, la muestra se reduce a 137 casas.

### **5.3. FUENTES**

#### **5.3.1. Primarias.**

Las fuentes primarias constituyen el objeto de la investigación bibliográfica o revisión de la literatura y proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que contienen los resultados de los estudios correspondientes<sup>34</sup>. Para esta investigación las fuentes primarias la constituyen los habitantes de la zona.

#### **5.3.2. Secundarias.**

Para Sampieri<sup>35</sup>, las fuentes secundarias son listas, compilaciones y resúmenes de referencias publicadas en un área del conocimiento en particular. Es decir, reprocesan información de primera mano y conducen a las fuentes primarias. Comentan brevemente artículos, libros, tesis, disertaciones y otros documentos.

De acuerdo a lo anterior las fuentes secundarias utilizadas para el desarrollo de este estudio descriptivo son todas las fuentes bibliográficas referencias más adelante así como las bases de datos.

### **5.4. INSTRUMENTO**

---

<sup>34</sup> Sampieri, R. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

<sup>35</sup> *Ibíd.*

En esta investigación se trabajó con la observación como instrumento para la recolección de datos en la visita de campo, así como con la encuesta. Según Medina, las encuestas son preguntas que al ser respondidas en conjunto ofrecen datos para generar información respecto a las características que se desea conocer. Dado lo anterior, para realizar el proceso de investigación se diseñó y aplicó una entrevista para algunos habitantes del sector. La ficha técnica de estas se muestra en el Anexo 3.

## **5.5. SELECCIÓN DE VIVIENDA**

La vivienda tipo en la que se desarrolló la investigación se seleccionó con base en los siguientes criterios de la información existente de otros proyectos realizados en este sector:

1. Ubicada en un barrio del sector de La Victoria, localidad de San Cristóbal.
2. Debe contar con planos sanitarios y planos hidráulicos de la misma
3. Características estructurales de la vivienda tipo
4. Características de los techos y su especificación técnica

### **5.5.1. Aceptación social del sistema.**

Para conocer la aceptación del sistema en los hogares se realizó una encuesta que permitiera analizar la percepción de los habitantes del barrio sobre las características hidrológicas del sector, así como sobre la idea de la recolección y aprovechamiento de aguas de lluvia. La ficha técnica se muestra en el Anexo 3.

### **5.5.2. Diseño del sistema.**

Para la construcción del sistema se siguió la metodología propuesta por la CEPIS y en la literatura mencionada en el capítulo anterior. Se planteó que el sistema debe estar compuesto por un modelo de captación a través del tejado, un tanque de almacenamiento, unas canales recolectoras, una red de distribución de agua lluvia, un sistema de bombeo. Dado que el agua será para uso exclusivo de los



sanitarios, no se requiere el interceptor ni sistema de tratamiento. La descripción de cada proceso se muestra en los resultados.

### **5.5.3. Localización de los componentes del sistema.**

Teniendo en cuenta el diseño del sistema y la construcción del conjunto residencial, se seleccionó como lugar de instalación la zona del antejardín. De esta manera, no se afecta el área construida ni la arquitectura inicial de la vivienda.

### **5.5.4. Evaluación económica.**

Para conocer la factibilidad económica del sistema, es necesario identificar los beneficios y costos, así como el ahorro de agua potable logrado gracias a la implementación del sistema. Los precios unitarios de los requerimientos de materiales y maquinaria se extrajeron de la base de datos de ConstruData<sup>36</sup>. En el Anexo 6 se resume esto.

El costo neto de construcción es el resultado de la suma de tres procesos: instalación de tanques y acometida; excavación y resane de pisos y muros. En los resultados se muestra en análisis de los costos.

## **6. RESULTADOS**

Con la metodología anterior, se propone el siguiente sistema de recolección y aprovechamiento de agua lluvia para uso doméstico, para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal.

Para la elaboración del proyecto se tuvo en cuenta los diferentes tipos de vivienda de interés social, el área a desarrollar y el costo de estas. Se eligió solo un tipo de en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá. También se tuvo en cuenta el costo-beneficio a través de un análisis comparativo de los diferentes tipos para así llegar al más óptimo.

---

<sup>36</sup> [www.construdata.com](http://www.construdata.com)



## **6.1. PRECIPITACIONES PROMEDIO MENSUAL**

**Utilizando la Ecuación 1 y los datos entregados por el IDEAM para calcular la precipitación promedio mensual en los últimos 40 años se encontró que los mayores meses de lluvia en la zona son Abril, Mayo, Junio, Julio, Octubre y Noviembre, lo cual demuestra que en este sector de la ciudad llueve con mucha frecuencia, pues prácticamente la mitad de año está lloviendo. Esto es un aporte muy importante para la investigación, ya que, gracias a las altas precipitaciones, se justifica promover en la comunidad sistemas para el aprovechamiento de agua de lluvia. En la Tabla 2 se resume estos resultados. En el**

Anexo 4 se muestran los datos en detalle año por año.

Tabla 2. Precipitación promedio mensual en los últimos 40 años (1977 – 2016)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
20,9	33,1	47,1	81,4	87,1	69,3	67,4	55,3	45,6	74,8	69,6	34,0

Fuente: los Autores

## 6.2. N° DE DÍAS MENSUALES DE PRECIPITACIONES

De la misma manera, en la Tabla 3 se muestra el número de días mensuales de precipitación para los últimos 40 años. Se puede observar que, en los meses de lluvia, más del 70% de los días del mes llueve. En el Anexo 5 se muestran los datos en detalle año por año.

Tabla 3. N° de días mensuales de precipitación en los últimos 40 años (1977 – 2016)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
6,8	9,5	13,3	16,2	18,3	19,7	20,8	19,3	14,5	15,5	16,4	11,0

Fuente: los Autores

## 6.3. ESTIMACION DE DEMANDA AL MES

La demanda de agua se puede estimar de varias maneras, sin embargo para este proyecto se seleccionó la propuesta en la metodología del CEPIS, que se realiza a partir de la dotación neta asignada según el ras 2012 y se calcula con la Ecuación 2. Para un número de usuarios (Nu) promedio de 4 por vivienda y tomando como dotación por persona (Dot) 4 litros diarios, se encontró que:

$$D_i = \frac{4 \times 4 \times 30}{1000} = 0.48 m^3$$

Con esta información se realizó un estudio de la zona y se identificó los materiales requeridos para la implementación del sistema de recolección y conducción de aguas lluvias.

## 6.4. DESARROLLO DEL SISTEMA

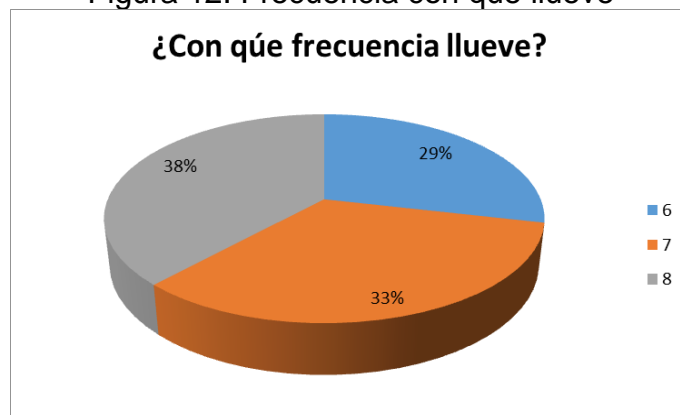
### 6.4.1. Aceptación social del sistema.

Los resultados obtenidos de las encuestas se muestran a continuación:

#### Pregunta 1: Califique de 1 a 10 con qué frecuencia llueve en la zona.

En la Figura 12 se puede observar que 38% de los encuestados considera que llueve con bastante frecuencia ya que califican con un valor de 8 puntos. Esto evidencia que la localización de la zona es un factor importante que puede facilitar la implementación de un sistema de recolección y aprovechamiento de agua de lluvia.

Figura 12. Frecuencia con que llueve

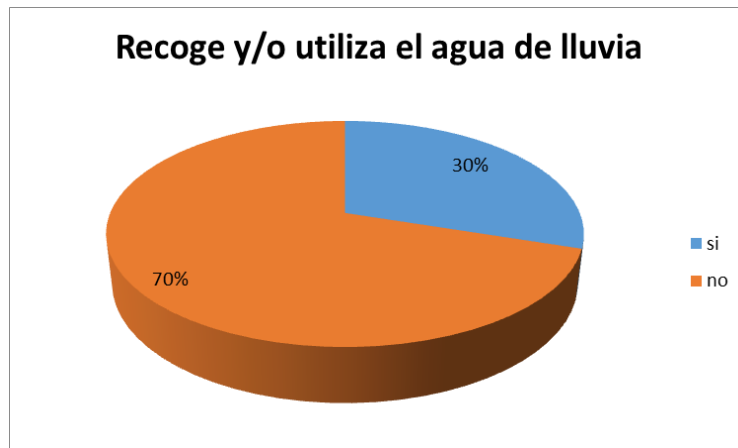


Fuente: los autores

#### Pregunta 2: ¿Recoge y/o utiliza el agua lluvia?

En la Figura 13 se puede observar que el 70% de los encuestados no recoge ni utiliza el agua lluvia, lo cual muestra la necesidad de impulsar proyectos que fomenten la recolección y aprovechamiento de agua de lluvia.

Figura 13. Recoge y/o utiliza agua de lluvia



Fuente: los autores

**Pregunta 3: ¿En qué labor doméstica gasta más agua?**

En la Figura 14 se puede observar que el 60% de los encuestados gasta más agua en el aseo general de la casa. Esto muestra que un sistema para reutilizar el agua de lluvia puede ayudar a disminuir este gasto.

Figura 14. Labor doméstica en la que gasta más agua



Fuente: los autores

**Pregunta 4: ¿Utilizaría agua lluvias de un tanque de almacenamiento para descargas de sanitarios y usos de aseo para su casa?**

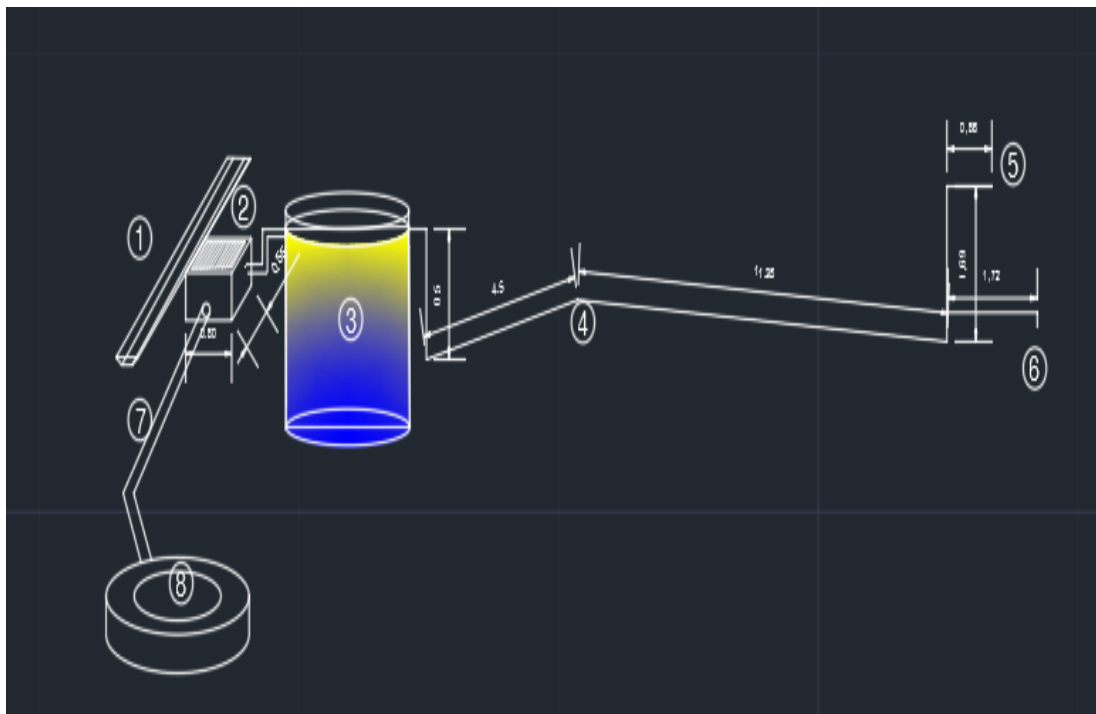
Ante esta pregunta, el 100% de los encuestados contestaron que si estarían dispuestos a utilizar el agua de lluvia para descargas de sanitarios y usos de aseo para su casa. Esto es un insumo fundamental para justificar la necesidad de implementar sistemas que permitan recolectar y aprovechar el agua de lluvia.

Los resultados de la encuesta muestran que la comunidad aún no tiene consciencia del reúso de agua lluvia, sin embargo, está dispuesta a reutilizar aguas lluvias para descargas de sanitarios con el ánimo de disminuir el pago de la factura.

#### 6.4.2. Diseño del sistema.

De acuerdo a lo mencionado en el capítulo anterior, a continuación se especifica cada una de las partes del sistema propuesto. En la Figura 15 se observa el modelo 3D.

Figura 15. Modelo 3D del sistema



Fuente: Autores

1. Canaleta

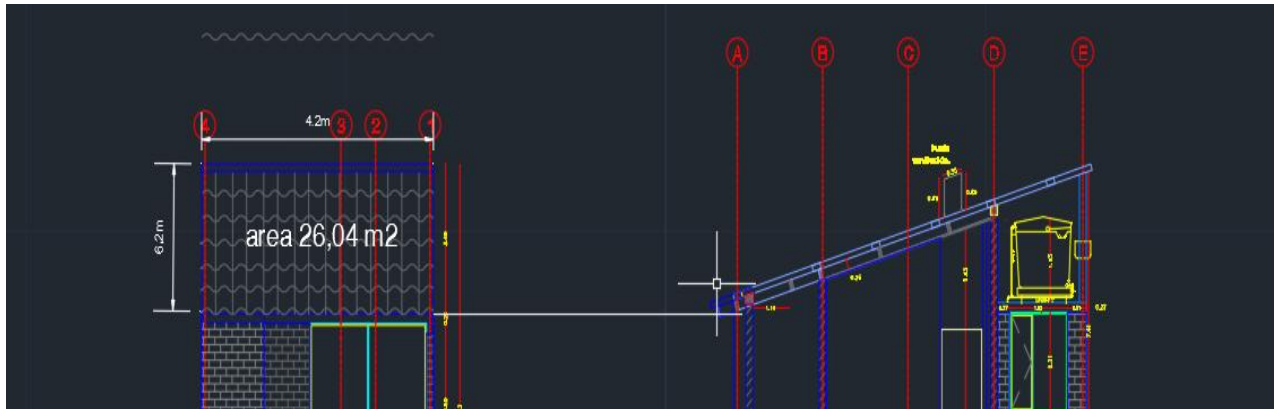
2. Caja de inspección
3. Tanque de agua pvc 1000 L
4. Tubería pvc-p ½"
5. Punto sanitario pvc-p ½"
6. Punto llave manguera pvc-p ½"
7. Tubería de desahogo del sistema en caso de saturación
8. Pozo de aguas lluvias

**Captación:**

El proceso de captación se realiza a través de la cubierta de tejas de asbesto cemento la cual tiene un área es de 26.04 m<sup>2</sup> y una pendiente de 28.5%, la cual se calculó utilizando la Ecuación 4. El coeficiente de escorrentía está entre 0.7 y 0.8, lo cual es muy bueno ya que facilita el desplazamiento del agua hacia las canales. En la Figura 16 se muestra el plano de la casa y en la

Figura 17 se muestra la pendiente de inclinación de la cubierta.

Figura 16. Versión reducida del plano de la casa



Fuente: Autores

$$pendiente = \frac{1.71m}{6.01m} \times 100\%$$

Figura 17. Pendiente de la cubierta



Fuente: Autores

#### **Aducción y conducción:**

Después de la captación, el agua lluvia es recogida a través de las canales metálicas para luego ser evacuada por medio de las bajantes en pvc a las canaletas de concreto.

#### **Almacenamiento:**

El agua de las canaletas se direccionará por medio de un tubo pvc de  $\phi$  2" al tanque de almacenamiento de 1000 L semi-enterrado 40 cm sobre el nivel del andén en el antejardín de cada casa. Debe contar con un filtro, una rejilla de ventilación y sus respectivas conexiones. El tamaño se definió a partir de los siguientes criterios:

- Según los datos entregados por el IDEAM (Ver Anexo 4), la precipitación anual ( $m^3$ ) de la zona es aproximadamente  $1191.17 m^3$ .
- La recolección anual máxima es de  $31.03 m^3$  anual/casa. Este valor se obtiene de la relación entre la precipitación anual y el área de la cubierta de captación:

$$recoleccion\ max \approx \frac{1,1917}{26.04} = 31.03\ m^3\ anual/casa$$

- Dado el tamaño del antejardín de cada vivienda, el tanque no puede ser mayor a 1000 L.

### Red de distribución:

Del tanque de almacenamiento, el agua se direccionará a los sanitarios de cada vivienda a través de una tubería pvc de  $\frac{1}{2}$ ". En la Figura 18 se puede observar un prototipo de la red. Teniendo en cuenta las medidas de las casas, se determinó que se requiere 20m de tubería pvc desde el tanque hasta el sanitario más lejano.

Para determinar la pérdida por accesorios y por tubería se utilizó la ecuación de Darcy-Weisbach, la cual es una ecuación empírica que relaciona la pérdida de carga hidráulica (o pérdida de presión) debido a la fricción a lo largo de una tubería dada con la velocidad media del flujo del fluido.

En cuanto al sanitario, este debe ser un ahorrador que no maneje más de 6 litros por descarga. En el Anexo 1 se muestra la ficha técnica de este.

Figura 18. Red de distribución



Fuente: Autores

### Sistema de bombeo:



Debido a la construcción y topografía del conjunto residencial, no se requiere un sistema de bombeo sino por gravedad. Esto se puede evidenciar en el plano Anexo.

### **Mantenimiento y limpieza:**

El tanque de almacenamiento debe tener un procedimiento de limpieza constante. Por un lado, debe revisarse diariamente que no haya floculos y basuras. Así mismo debe limpiarse mensualmente con agua a presión para eliminar cualquier impureza. En el Anexo 9 se muestra el procedimiento de mantenimiento que debe tener el tanque.

## **6.5. DISEÑO**

Para realizar el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos.

- El área de techo debe ser de 26.04 m<sup>2</sup>.
- Se sugiere que la unidad de almacenamiento sea un tanque de PVC de 1000 litros con filtro.
- Con el fin de optimizar el consumo de agua, las baterías sanitarias deben ser eco amigas y ahorradoras con un consumo de agua 6 lt por descarga.
- La teja del techo debe ser ondulada perfil10 ya que tiene mayor altura de onda, lo cual facilita la escorrentía. Así mismo, debe cumplir con la norma técnica colombiana a NTC 160, categoría D, clase 2. En el Anexo 2 se muestra la ficha técnica de este tipo de tejas.

## **6.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

### 6.6.1. Costo-Beneficio.

En el Anexo 7 se detallan los costos para la instalación del tanque y acometida, la excavación y el resane de pisos y muros. Así mismo, en el Anexo 8 se muestra la copia de la factura del agua de una de las viviendas, la cual sirvió de referencia para el análisis de costos. De los datos obtenidos se puede observar que el consumo básico promedio de un habitante del conjunto es de 8 m<sup>3</sup>, lo cual produce un costo de \$30.510 pesos. Esto permite encontrar que el costo por metro cubico actualmente es de:

$$\text{costo } m^3 \approx \frac{30.510}{8} = \$ 3.814$$

Según un estudio mostrado en el periódico El Espectador<sup>37</sup>, en promedio los colombianos consumen 78 litros en un hogar común de cuatro personas. Esto muestra que al mes se gasta en sanitario y aseo 2.300 litros de agua, por lo tanto, en dos meses serán 4.6 m<sup>3</sup>, lo que corresponde en dinero a:

$$\text{costo en aseo y sanitarios} = (4.6m^3 \times 3.814) = \$ 17.543 m^3$$

Los precios unitarios arrojaron que el costo del sistema es de \$1.385.376 pesos. Esto se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Resumen de costos

---

<sup>37</sup> El Espectador (2009). ABC para el ahorro de Agua. Encontrado en: <http://www.elespectador.com/articulo179607-abc-el-ahorro-de-agua>

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
COSTO POR CASA EN LA FACTURA DE BIMENSUAL	pesos	\$3.814
CONSUMO BASICO	m <sup>3</sup>	8
TOTAL DE LA FACTURA	pesos	\$30.510
COSTO DEL SISTEMA POR CASA	pesos	\$1.385.376
RECOLECCION DE AGUA LLUVIA ANUAL POR CASA	m <sup>3</sup> *año/m <sup>2</sup>	31
PROMEDIO DE CONSUMNO EN SANITARIO Y ASEO BIMENSUAL anx-6	m <sup>3</sup>	4,6
AHORRO	pesos	\$17.543

Fuente: Los autores

Con los datos anteriores y revisando la TIR (tasa interna de retorno) se puede determinar el valor a pagar de acuerdo a la manera como el usuario pueda costear el sistema. Así mismo, se evidencia que el sistema puede funcionar todo el año dada la alta precipitación anual de la zona. El ahorro que se obtiene es de 58.19 %, lo cual es una cifra bastante significativa:

$$ahorro = \frac{30510}{17543} \times 100 = 58.19 \%$$

Lo anterior muestra que con la utilización de un sistema como el que se propone en la presente investigación, se logra disminuir los costos y el gasto del agua en una vivienda. Según los datos obtenidos anteriormente, la inversión se recupera en 8.9 años:

$$Recuperacion\ de\ la\ inversion\ en\ años = \frac{\$1.385.376}{(\$17.543) \times (6\ facturas\ anuales)} = 13\ Años$$

## 7. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se puede concluir que el concepto de sistemas de recolección y aprovechamiento de agua de lluvia está empezando a tomar fuerza dentro de las ciudades como un medio alternativo de uso del recurso hídrico.

Así mismo, se encontró que a pesar que hay sectores en Bogotá de situaciones socioeconómicas complejas, utilizar sistemas alternativos para el ahorro tanto en gasto como en el pago del agua puede convertirse en una alternativa para mitigar estos costos y mejorar así la calidad de vida de los seres vivos que se involucren.

Es indispensable contar con las herramientas adecuadas para que estos sistemas sean eficientes y efectivos, y logren cumplir su objetivo, satisfaciendo de la mejor manera posible a la comunidad. El diseño y los cálculos del sistema son un recurso fundamental para garantizar el buen funcionamiento de este. Todos los componentes del ciclo hidrológico - precipitaciones, infiltración, escorrentía, evaporación y transpiración- deben tenerse en cuenta a la hora de elaborar los programas de gestión del agua.

Las zonas geográficas con valores altos de precipitaciones mensuales son un foco importante para la creación de sistemas alternativos de recolección de agua lluvia, así como las zonas donde el recurso hídrico es escaso. El clima, especialmente las precipitaciones y la temperatura, es el factor que más influye en los recursos hídricos.

La propuesta de diseño selecciona generaría un ahorro del 57.5% del agua potable en cada vivienda, lo que equivale a 27.6 m<sup>3</sup> anuales. En costos esto equivale a un ahorro del 58.19% reflejado en una disminución de \$12.607 en la factura.

La construcción del sistema propuesto requiere una inversión de \$1.385.376 lo cual es económicamente viable para los habitantes del conjunto residencial.

Es indispensable que los gobiernos promuevan y fomenten el uso de nuevas alternativas para cuidar y conservar los recursos hídricos, así como incentiven programas para aumentar el nivel de conciencia y compromiso

con el desarrollo y mantenimiento de enfoques integrados y de soluciones a largo plazo.

## **8. RECOMENDACIONES**

Se recomienda desde la academia fomentar el desarrollo e implementación de los sistemas de recolección y aprovechamiento de agua de lluvia, con el ánimo de impulsar al sector constructor a que incluya estos mecanismos alternativos dentro de sus diseños.

Así mismo, se recomienda que las entidades estatales encargadas fomenten en las comunidades la necesidad de generar otras fuentes de ingreso del recurso hídrico para construir una consciencia global sobre la buena utilización del agua y su necesidad de conservación a futuro.

Como trabajos futuros se propone el análisis de purificación del agua en un sistema apto para el consumo humano; plantear un sistema de bombeo para las casas que no son beneficiadas por este; mejorar este sistema adecuándolo para una mayor capacidad de captación; análisis de la calidad de agua del sistema actual, incluyendo el proceso de filtrado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). *Bogotá, ciudad de estadísticas*. Obtenido de Boletín N° 31:  
<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estadisticas/Bogot%E1%20Ciudad%20de%20Estad%EDsticas/2011/DICE114-CartillaViHoPe-30062011.pdf>
- CEPIS. (2003). *Guía de diseño para captación de lluvia*. Obtenido de itacanet:  
<http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%204%20Lluvia/Guia%20de%20dise%C3%B1o%20para%20captaci%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia.pdf>
- colombia, l. r. (24 de octubre de 2016).  
[http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua\\_379946](http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua_379946).  
(el tiempo) Recuperado el 1 de noviembre de 2016, de  
[http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua\\_379946](http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua_379946):  
[http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua\\_379946](http://www.larepublica.co/entr%C3%B3-en-vigencia-la-modificaci%C3%B3n-del-consumo-b%C3%A1sico-de-agua_379946)
- Congreso de Colombia. (06 de 06 de 1997). *LEY 373 DE 1997*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá:  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=342>
- Corponariño. (2011). *Ordenamiento del recurso hídrico*. Obtenido de Corporación Autónoma Regional de Nariño:  
<http://www.corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmirafloresp3.pdf>
- CRA. (2015). *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA*. Obtenido de Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA: <http://www.cra.gov.co/>
- CRA. (2015). *RESOLUCIÓN CRA 729 DE 2015*. Obtenido de CRA:  
<http://cra.gov.co/apc-aa-files/33323662393563653464313139313162/resolucin-cra-729-de-2015-edicin-y-copia.pdf>

- CRA. (2016). *ABC DISMINUCIÓN CONSUMO BÁSICO DE AGUA*.  
Obtenido de Ministerio de vivienda:  
[http://www.minvivienda.gov.co/Documents/080216\\_abc%20consumo%20basico%20agua.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/080216_abc%20consumo%20basico%20agua.pdf)
- El Tiempo. (2015). *Radiografía de cómo llueve en Bogotá*. Obtenido de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15471236>
- El Tiempo. (02 de 06 de 2016). El fenómeno del Niño le costó al país 1,6 billones de pesos. *El Tiempo*, págs.  
<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16609985>.
- El Universal. (2015). *CRA propone modificación en consumo de agua para enfrentar al El Niño*. Obtenido de El Universal:  
<http://www.eluniversal.com.co/ambiente/cra-propone-modificacion-en-consumo-de-agua-para-enfrentar-al-el-nino-215041>
- FAO. (2013). *Capatación y almacenamiento de agua de lluvia*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf>
- FIDA. (2016). *EL NIÑO Y LA NIÑA, FENÓMENOS QUE AFECTAN EL EXCESO O LA CARENCIA DE AGUA EN COLOMBIA*. Obtenido de Feria Internacional del Agua: <http://www.fidamedellin.com/fuentes-de-agua-de-colombia-afectada-por-fenomenos-de-el-nino-y-de-la-nina/>
- IDEAM. (2010). *Mapas de precipitación promedio en Colombia*. Obtenido de IDEAM:  
<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21141/precip+media+%5BModo+de+compatibilidad%5D.pdf/e0ae03be-8e3a-44f8-b5a2-2148a5aeff4d>
- maria, b. r. (13 de marzo de 2015). *unimilitarpace planteado por ghisi, lapolli y martini*. Recuperado el 27 de octubre de 2016, de [/bonillaramirezangelicamariaunimilitarpace.matebiblioteca](http://bonillaramirezangelicamariaunimilitarpace.matebiblioteca): disponible en línea
- Palacios, N. (2010). *Propuesta sistema aprovechamiento de agua lluvia en caldas*. Recuperado el 11 de noviembre de 2016, de Revista Gestión y Ambiente: [www.propuestadeabprovechamiento-del-agualluvia-en-caldas.com](http://www.propuestadeabprovechamiento-del-agualluvia-en-caldas.com)



- Reyes, M. C., & Rubio, J. J. (2014). *Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvia*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- UNESCO. (2006). *El agua, una responsabilidad compartida*. Obtenido de Unesco:  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001444/144409S.pdf>
- UNESCO. (2007). *El agua, una responsabilidad compartida*. Obtenido de Unesco: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001495/149519s.pdf>
- Unimedios. (2015). *Situación de los recursos hídricos en Colombia es preocupante*. Obtenido de Agencia de Noticias UN:  
<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/situacion-de-los-recursos-hidricos-en-colombia-es-preocupante.html>
- Universia Colombia. (2015). *Colombia: uno de los países con más agua en el mundo*. Obtenido de E I País:  
<http://noticias.universia.net.co/actualidad/noticia/2015/03/09/1121023/colombia-paises-agua-mundo.html>
- Sampieri, R. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

## ANEXOS

### Anexo 1: Ficha técnica del sanitario

## Acuaplus II



Taza redonda

incluye



Botón cromado

Colores

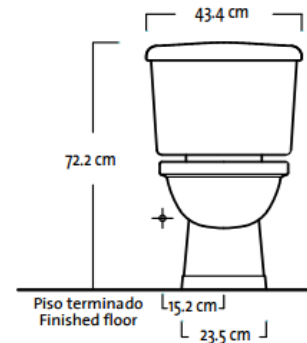
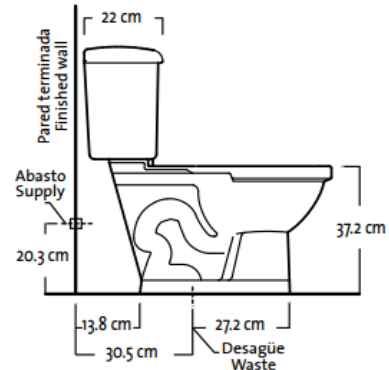
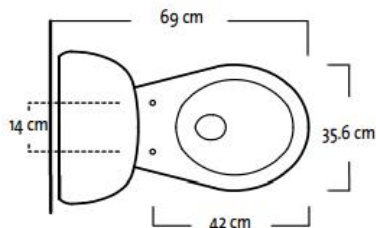
100 blanco

103 bone

111 azul cielo

141 verde claro

02666 Sanitario  
03000 Taza Acuacer-Trevi-Clasico  
05460 Tanque-Tapa-Grif. Acuaplus II en caja  
86900 Asiento sanitario Basic



### ESPECIFICACIONES

- Diseño tradicional
- Sanitario redondo que optimiza el espacio
- Altura tradicional de taza para uso familiar
- Bajo consumo de agua de 6 litros por descarga
- Capacidad de evacuación de descarga sólida entre 200 g y 300 g
- Moderno sistema de accionamiento con botón en la tapa
- ARS
- Valvula de salida tradicional tipo flapper
- Cumple Normas Icontec NTC 920 y ANSI/ASME 112.19.2

## Anexo 2: Ficha técnica de la teja



### TEJA ONDULADA PERFIL 10

### FICHA TÉCNICA



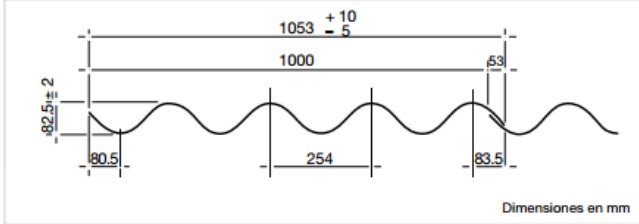
Bolivia.

La teja ondulada Perfil 10 por sus características físicas: mayor altura de onda, más ancha (1 m útil) y longitud hasta 3.66m, permite fácilmente instalarse con luz libre máxima entre apoyos de 2.91 m. representando economía en la estructura de soporte y agilidad en la instalación.

La teja ondulada Perfil 10 cumple los requisitos exigidos en la norma técnica colombiana NTC 160, categoría D, clase 2.

El cálculo de la estructura sobre la cual se instalan las tejas, debe cumplir los requisitos del reglamento colombiano de construcción sismorresistente NSR 10 y son responsabilidad del calculista.

Para mayor información, así como para especificaciones diferentes, consulte nuestro departamento de Servicio al Cliente.



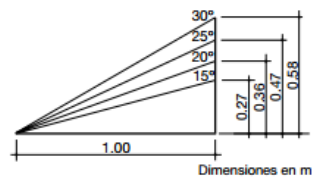
Dimensiones en mm

Teja N°	Longitud m		Ancho m		Superficie m <sup>2</sup>		Traslapo m		Peso kg
	Total	Útil	Total	Útil	Total	Útil	Long	Lateral	
3	0.91	0.77	1.053	1.00	0.96	0.77	0.14	0.053	12.96
4	1.22	1.08	1.053	1.00	1.26	1.08	0.14	0.053	17.28
5	1.52	1.38	1.053	1.00	1.60	1.38	0.14	0.053	21.60
6	1.83	1.69	1.053	1.00	1.93	1.69	0.14	0.053	25.92
8	2.44	2.30	1.053	1.00	2.57	2.30	0.14	0.053	34.56
10	3.05	2.91	1.053	1.00	3.21	2.91	0.14	0.053	43.20
12	3.66	3.52	1.053	1.00	3.85	3.52	0.14	0.053	51.84

Los procesos de elaboración de los productos ETERNIT están certificados bajo las normas ISO 9001 Sistema de gestión de la calidad, ISO 14001 Sistema de gestión ambiental, OHSAS 18001 Sistema de gestión en Seguridad y Salud Ocupacional; además de ello la compañía cuenta con certificación BASC Sistema de Gestión en Control y Seguridad.

Componentes: Cemento: 60%-70%  
Carbonato de Calcio: 15%-25%  
Crisotilo: 7%-10%  
Celulosa: 0.5%-3%  
Espesor: Mínimo: 5.5 mm  
Tolerancia: Largo: + 10 - 5 mm  
Tolerancias: En el Ancho: + 10 - 5 mm  
Peso unidad de superficie: 13.5 kg/m<sup>2</sup>  
Nota: Los pesos pueden variar ±10% de acuerdo con la humedad del producto.

### Inclinación de la cubierta



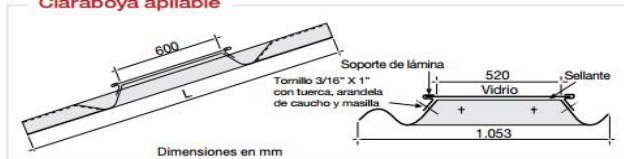
Dimensiones en m

### PIEZAS COMPLEMENTARIAS CABALLETES

### TEJA ONDULADA PERFIL 10



#### Claraboya apilable



Dimensiones en mm

Teja N°	Longitud m		Ancho m		Superficie m <sup>2</sup>		Peso kg
	L	Útil	A	Útil	Total	Útil	
6	1.83	1.69	1.053	1.00	1.927	1.69	20.5
8	2.44	2.30	1.053	1.00	2.569	2.30	28.5

Dimensión del vidrio: 0.70 x 0.62 m x 4 mm.  
Superficie de iluminación: 0.312 m<sup>2</sup>.  
Sellante Poliuretánico: Entre el vidrio y la boca de la claraboya para evitar entrada de agua.



### Anexo 3: Ficha técnica de las encuesta

#### ENCUESTA 1



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

#### Universidad Católica de Colombia Instrumento para el análisis del barrio La Victoria. Población general

Con esta encuesta se desea recolectar información relacionada con las percepciones de los habitantes del barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal en Bogotá, Colombia. La información que sea recolectada será utilizada exclusivamente para esta investigación y pertenecerá a la Universidad Católica de Colombia.

1. Califique de 1 a 10 con qué frecuencia llueve en la zona: \_\_\_\_\_
2. ¿Recoge y/o utiliza el agua lluvia?  
  
 Si  No
3. ¿En qué labor doméstica gasta más agua?: \_\_\_\_\_
4. ¿Utilizaría agua lluvias de un tanque de almacenamiento para descargas de sanitarios y usos de aseo para su casa?  
  
 Si  No

## Anexo 4: valores totales mensuales de precipitación (mms)

IDEAM													
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mms)													
ESTACIÓN: 21201240													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VR ANUAL
1977	*												
1978	6	16	20,6	48	71	64	32	27	26	27	22	24	383,6
1979	6	4	31	93	52	80	27	51	20	92	103	18	577
1980	1	37	8	54	13	126	28	72	50,9	104,1	65,3	38,1	597,4
1981	0,7	12,9	25	92,3	156,8	51,8	26	28,2	52,6	76,3	81,3	20,7	624,6
1982	31,5	17,9	55,9	68,7	66,6	51,2	95,5	76,8	41,2	31,7	32,3	30,2	599,5
1983	9,2	51,1	41,5	123,6	86,4	39,7	87,3	53	46,7	50,9	36,8	45	671,2
1984	30,3	53,1	40,6	60,1	91,7	98,8	48,6	101,9	48,5	44,3	96,3	1,6	715,8
1985	13,2	3,3	9,2	29,5	165,1	72,5	61,7	71,9	67	126,5	40,6	25,2	685,7
1986	8,4	102,4	30,2	39	95,7	123	108	40,3	57,9	160,7	79,3	30,5	875,4
1987	11,9	24,2	33,2	68,8	83,1	29,9	82,9	59,1	34,5	134	74,9	26,1	662,6
1988	4,4	25,9	13,3	51,9	67,6	75,3	70,2	82,6	62,2	115,4	91,6	52,6	713
1989	3,2	57,3	109,3	33,5	100,5	82,1	57,9	41	46	48,2	82,8	22,4	684,2
1990	22,3	42,2	77,3	78,2	143,6	59,3	38,1	47,8	26,9	115,1	43,2	61,9	755,9
1991	4,1	12,5	86,1	86,4	81	43,6	99,6	118,4	36	15,8	53,2	26,1	662,8
1992	10,2	23,6	42,1	73,4	38,5	36,2	88,8	66,5	65,2	11,6	102,7	15,3	574,1
1993	32,9	24,1	53,5	80,8	129,5	69,6	91,2	34,7	55,6	49,3	96,4	4,4	722
1994	84,4	33,7	94,7	66,1	110,2	71,1	98,1	76,3	27,6	68,7	103,1	9,8	843,8
1995	16,7	33,5	28,4	69,4	109,5	53,8	28	49	42	21	62,6	14,3	528,2
1996													
1997	102,5	25,7	14	10,5	13,5	1							167,2
1998													
2004	88,9	27,4	52,6	51,4	26,8	51	41,8					12,3	352,2
2005	4,3	12,1	2	143,2	117,4	37,8	39,2	20,4	67,8	86,6	38,8	7,2	576,8
2006	24,8	3,2	95,9	120,3	79,8	106,6	53,7	26,3	124,6	87,8	5,4		728,4
2007	4,9	24,2	27,9	69,2	29,9	68,8	20,7	49,7	17,5	73,4	39	75,8	501
2008	3,8	45,9	29,9	79,4	186,5	96	66,9	75	55,2	81,8	99,2	82,1	901,7
2009	29,6	41,8	52,1	83,4	35,4	57,4	82,7	45,8	34,2	75,9	33,6	2,6	574,5
2010	0,8	31,6	35,2	234,9	128,7	81,8	98,7	28,2	38	89,9	112,8	85,2	965,8
2011	28,3	69,9	127,9	206,9	119,5	85,6	77,3	37,2	49,8	122,4	155,3	111,6	1191,7
2012	53,9	45,8	108,5	155,5	54,1	56,9	101,6	69,9	37,5	118,8	49,6	56,1	908,2
2013	0,7	73,3	35	63,3	92,3	35,7	103,1	58,8	18,5	63,2	120,3	35,3	699,5
2014	12,5	20	24,5	60,7	79,7	140,3	90,1	49,2	28,9	56,2	57,6	45,4	665,1
2015	10,8	29,7	55	35,4	45,6	132,7	77,8	45,7	42,7	20,5	40,1	7,6	543,6
2016	7,3	34,6	46,2	75	115,5	39,3							317,9
<b>Ppi</b>	<b>20,9</b>	<b>33,1</b>	<b>47,1</b>	<b>81,4</b>	<b>87,1</b>	<b>69,3</b>	<b>67,4</b>	<b>55,3</b>	<b>45,6</b>	<b>74,8</b>	<b>69,6</b>	<b>34,0</b>	

## Anexo 5: valores n° de días mensuales de precipitación

IDEAM													
VALORES N° DE DÍAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN													
ESTACIÓN: 21201240													
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VR ANUAL
1977	*												
1978	3	4	11	17	15	8	11	8	7	4	7		95
1979	2	1	7	13	10	13	8	9	4	11	15	5	98
1980	1	7	3	12	4	13	8	12	12	14	9	12	107
1981	3	10	6	18	19	18	20	14	18	18	19	9	172
1982	5	6	14	15	18	24	24	14	16	14	13		163
1983	7	14	10	17	20	16	26	19	18	20	12	12	191
1984	13	12	7	15	20	21	19	18	17	14	18	2	176
1985	5	5	7	4	19	19	25	24	16	18	17	6	165
1986	3	14	12	15	3	16	26	28	20	12	23	14	191
1987	6	16	10	19	19	16	21	24	15	17	11		174
1988	2	11	9	14	14	21	24	20	22	17	22	15	191
1989	7	11	17	10	28	25	22	20	13	18	18	6	195
1990	8	10	16	21	22	22	22	22	10	22	14	15	204
1991	4	5	18	17	17	24	29	24	17	10	17	10	192
1992	4	8	10	15	16	18	29	24	15	13	18	8	178
1993	9	9	20	19	24	21	20	24	12	13	18	7	196
1994	12	10	17	22	23	22	28	25	13	16	18	5	211
1995	6	7	12	12	12	7	13	10	4				83
1996													54
1997		24	10	4	7	8	1						
1998													
2004	15	3	18	3	23	30	16	22	17	3	8		149
2005	14	8	1	24	24	16	14	17	13	17	18	5	171
2006	14	6	24	25	23	25	24	13	21	13	7		195
2007	2	7	12	18	18	27	17	24	15	21	15	24	200
2008	9	15	14	19	25	29	28	19	20	18	22	15	233
2009	13	8	19	17	12	21	25	24	15	15	14	8	191
2010	2	7	15	24	24	21	21	17	16	24	26	19	216
2011	6	15	19	23	24	20	23	16	14	19	23	16	218
2012	14	11	22	23	22	22	27	25	18	18	20	13	235
2013	2	12	19	13	23	13	24	19	7	13	18	15	178
2014	6	7	11	16	20	27	27	23	17	20	21	16	211
2015	7	11	14	16	15	26	23	21	14	18	16	8	189
2016	6	11	20	18	22	20							97
<b>N° días</b>	<b>6,8</b>	<b>9,5</b>	<b>13,3</b>	<b>16,2</b>	<b>18,3</b>	<b>19,7</b>	<b>20,8</b>	<b>19,3</b>	<b>14,5</b>	<b>15,5</b>	<b>16,4</b>	<b>11,0</b>	

### Anexo 6: Costos de materiales y maquinaria

<b>EQUIPO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TARIFA</b>
Aspersor manual	\$/HORA	\$ 3.000
Barredora mecánica de cepillo	\$/HORA	\$ 73.000
Bomba de inyección de lechada	\$/HORA	\$ 19.000
Bomba para gato de tensionamiento	\$/HORA	\$ 35.000
Bomba de concreto	\$/HORA	\$ 35.000
Buldozer D4	\$/HORA	\$ 98.400
Buldozer D6	\$/HORA	\$ 140.000
Buldozer D8 (incluido Ripper)	\$/HORA	\$ 220.000
Calentador a gas	\$/HORA	\$ 55.000
Camión 350	\$/HORA	\$ 50.000
Camioneta D-300	\$/HORA	\$ 40.000
Camión de Slurry	\$/HORA	\$ 150.000
Cargador 920 o equivalente	\$/HORA	\$ 120.000
Cargador 930 o equivalente	\$/HORA	\$ 130.000
Carrotanque de agua (10000 galones)	\$/HORA	\$ 46.110
Carrotanque Irrigador de asfalto	\$/HORA	\$ 80.000
Cizalla	\$/HORA	\$ 1.230
Compactador Benitin	\$/HORA	\$ 50.000
Compactador manual (RANA)	\$/HORA	\$ 12.000
Planta eléctrica	\$/HORA	\$ 20.200
Planta trituradora	\$/HORA	\$ 500.000
Pluma capacidad 100 kg	\$/HORA	\$ 7.500
Pulidora (8500 REV)	\$/HORA	\$ 5.000
Volqueta 6 m3	\$/HORA	\$ 46.400
Equipo de sandblasting	\$/HORA	\$ 150.000
Taladro	\$/HORA	\$ 2.500
Dispensador neumático hit-p500	\$/HORA	\$ 2.500
Camisa	\$/HORA	\$ 40.000

COSTOS MATERIALES				
UNIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
tubería pvc-p 1/2	unidad	24	\$ 14.317	\$ 343.600
pegante pvc 1/4	unidad	2	\$ 43.900	\$ 87.800
limpiador pvc 1/4	unidad	2	\$ 35.600	\$ 71.200
tanque agua 1000 L	unidad	1	\$ 375.000	\$ 375.000
codos pvc 1/2	unidad	3	\$ 5.800	\$ 17.400
T pvc 1/2	unidad	3	\$ 6.100	\$ 18.300
registro paso directo	unidad	2	\$ 9.500	\$ 19.000
unión pvc-p	unidad	6	\$ 4.500	\$ 27.000
cemento	bolsas	3	\$ 29.500	\$ 88.500
arena	m3	5	\$ 17.800	\$ 89.000
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.136.800</b>

#### Otros costos

ADMINISTRACION	%	0,2
IMPREVISTOS	%	0,05
UTILIDAD	%	0,05
PRESTACIONES	%	1,85
DISTANCIA ACARREO 1	KM	5
DISTANCIA SUMINISTRO (MATERIAL DE LA ZONA)	KM	5
DISTANCIA SUMINISTRO	KM	20
DISTANCIA SUMINISTRO BASES SUB BASES AFIRMADOS	KM	20
DISTANCIA DE SUMINISTRO CONCRETOS	KM	50
DISTANCIA DE SUMINISTRO MEZCLAS ASFALTICAS	KM	25
DISTANCIA TRANSPORTE ESTRUCTURA METALICA	KM	100
CADENERO	DIA	\$ 33.000
INSPECTOR DE FABRICACION Y MONTAJE	DIA	\$ 56.000
OBRERO	DIA	\$ 22.000
OFICIAL	DIA	\$ 38.000
OFICIAL EXPERTO EN DESMONTAJE	DIA	\$ 50.000
PALETEROS	DIA	\$ 22.000
RASTRILLEROS	DIA	\$ 32.000
SOLDADOR	DIA	\$ 61.000
TOPOGRAFO	DIA	\$ 55.000
PINTOR	DIA	\$ 50.000



3 AYUDANTES	DIA	\$ 66.000
OBREROS	DIA	\$ 44.000
OBREROS	DIA	\$ 66.000
OBREROS	DIA	\$ 88.000
OBREROS	DIA	\$ 110.000
OBREROS	DIA	\$ 132.000
OBREROS	DIA	\$ 154.000
OBREROS	DIA	\$ 176.000
OBREROS	DIA	\$ 198.000
OBREROS	DIA	\$ 220.000
OBREROS	DIA	\$ 242.000
OBREROS	DIA	\$ 264.000
OBREROS	DIA	\$ 286.000
OBREROS	DIA	\$ 308.000
OBREROS	DIA	\$ 330.000
OBREROS	DIA	\$ 352.000
OBREROS	DIA	\$ 374.000
OBREROS	DIA	\$ 396.000
OBREROS	DIA	\$ 418.000
OBREROS	DIA	\$ 440.000
OBREROS	DIA	\$ 462.000
OBREROS	DIA	\$ 484.000
OBREROS	DIA	\$ 506.000
OBREROS	DIA	\$ 528.000
OBREROS	DIA	\$ 550.000
2 PALETEROS	DIA	\$ 44.000
CUADRILLA ASFALTEROS (6 obrero, 2 rastrilleros y 1 oficial)	DIA	\$ 249.000
1 ARMADOR	DIA	\$ 21.000
1 CORTADOR	DIA	\$ 37.000
1 AYUDANTE	DIA	\$ 21.000
1 NIVELETERO	DIA	\$ 21.000
CUADRILLA PARA BACHEO (6 obreros, 2 NIVELETEROS y 1 oficial)	DIA	\$ 276.000

## Anexo 7: Costos del sistema

REPUBLICA DE COLOMBIA Universidad Católica de Colombia	<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>
---	--------------------------------------

**CARRETERA :**

**ESPECIFICACIÓN: 701.2P**

**ITEM:**

instalación de tanque y acometidas

**UNIDAD : U**

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
CAMIONETA TIPO D-300		40.000,00	125,00	320,00	
HERRAMIENTA MENOR (1%MO)		7.500,00	5,00	1.500,00	
compactadora manual		12.000	5,00	2.400,00	
<b>Sub-Total</b>					4.220,00

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
tanque de agua 1000 l pvc	u	206.577	1,000	642.442,00	
acometida agua fría pvc-p 1/2 (6m)	u	61.937	0,050	294.180,00	
punto agua fría pvc 1/2 sanitario	u	7.813	1,000	19.968,00	
punto agua fría llave manguera	u	7.813	1,000	21.120,00	
<b>Sub-Total</b>					977.710,00

**III. TRANSPORTES**

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						0,00

**IV. MANO DE OBRA**

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
OBRERO (3)	\$ 66.000,00	185%	122.100,00	40,00	3.052,50	
OFICIAL	\$ 38.000,00	185%	70.300,00	40,00	1.757,50	
<b>Sub-Total</b>						4.810,00

**Total Costo Directo**

986.740,00

**V. COSTOS INDIRECTOS**

Descripción	Porcentaje	Valor Total	
ADMINISTRACION	20%	197.348,00	
IMPREVISTOS	5%	49.337,00	
UTILIDAD	5%	49.337,00	
<b>Sub-Total</b>			296.022,00

**Precio unitario total aproximado al peso**

1.282.762,00

<b>REPUBLICA DE COLOMBIA</b> Universidad Católica de Colombia	<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>
--	--------------------------------------

**CARRETERA**

:

**ESPECIFICACIÓN: 2**

**ITEM:**           **excavación**

**UNIDAD : U**

**I. EQUIPO**

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
CAMIONETA TIPO D-300		0,00	0,00		
HERRAMIENTA MENOR (1%MO)		7.500,00	5,00	1.500,00	
<b>Sub-Total</b>					1.500,00

**III. TRANSPORTES**

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
retro de material	6000, Kg	25,0	0,2	46.400	11.136,00	
<b>Sub-Total</b>					11.136,00	

**IV. MANO DE OBRA**

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
OBRERO (2)	\$ 66.000,00	185%	122.100,00	40,00	3.052,00
OFICIAL	\$ 38.000,00	185%	70.300,00	40,00	1.757,00
<b>Sub-Total</b>					4.809,00

**Total Costo Directo**

17.445,00

**V. COSTOS  
INDIRECTOS**

Descripción	Porcentaje	Valor Total
ADMINISTRACION	20%	3.489,00
IMPREVISTOS	5%	872,25
UTILIDAD	5%	872,25
<b>Sub-Total</b>		5.233,50

**Precio unitario total aproximado al peso**

22.679,00

<b>REPUBLICA DE COLOMBIA</b> <b>Universidad Católica de Colombia</b>	<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>
---	--------------------------------------

**CARRETERA :**                      resanes de pisos y  
**ITEM:**                                muros

**ESPECIFICACIÓN: 701.2P**  
**UNIDAD : U**

**I. EQUIPO**

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
CAMIONETA TIPO D-300		40.000,00	125,00	320,00	
HERRAMIENTA MENOR (1%MO)		7.500,00	123,00	300,63	
pulidora		2.500	0,80	3.125,00	
<b>Sub-Total</b>					3.745,63

**II. MATERIALES EN OBRA**

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
cemento	bolsas	29.500	0,040	1.180	
arena	m3	25.000	0,020	500	
enchape	m2	26.000	1,000	26.000,00	
<b>Sub-Total</b>					27.680,00

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						0,00

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
OBRERO (3)	\$ 66.000,00	185%	122.100,00	6,40	19.078,13	
OFICIAL	\$ 38.000,00	185%	70.300,00	6,40	10.984,38	
<b>Sub-Total</b>						30.062,50

**Total Costo Directo**

61.488,13

### V. COSTOS INDIRECTOS

Descripción	Porcentaje	Valor Total	
ADMINISTRACION	20%	12.297,63	
IMPREVISTOS	5%	3.074,41	
UTILIDAD	5%	3.074,41	
<b>Sub-Total</b>			18.446,44

**Precio unitario total aproximado al peso**

79.935,00

<b>INSTALACIONES HIDRAULICAS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
Acometida pvc-p 1/2 (6m)	Unidad	1	\$ 61.937	\$ 294.180
Conexión taNque v pvc	Unidad	1	\$ 206.577	\$ 642.446
Punto de agua 1/2 sanitario	Unidad	1	\$ 7.813	\$ 19.968
Punto agua fría llave manguera	Unidad	1	\$ 7.813	\$ 21.120

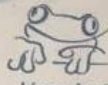
<b>DESAGUES</b>				
<b>ITEM</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
Excavación en roca	m3	1	\$ 19.156	\$ 30.706
Excavación manual	m3	1	\$ 15.530	\$ 33.680
Caja de inspección de 80 x80	unidad	1	\$ 101.410	\$ 387.185



## Anexo 8: Factura del Agua

Anexo 9: Manual de mantenimiento del sistema de captación y el tanque de almacenamiento

**ACTURA POR 2 MESES**



**acueducto**  
AGUA, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ

Línea de atención y emergencias 116 Aqualínea  
www.acueducto.com.co

NT. 899.899.094-1

**Datos del usuario**  
SANTA RITA ENTRE NUBES CONSTRUCCIONES AR  
CL 51D SUR 4A ESTE 22 CA 143A

(INMUEBLE) SAN CRISTOBAL  
(CORRESPONDENCIA)

ESTRATO: 2 CLASE DE USO: Residencial  
UND. HABIT. FAMILIAS: 1 UND. NO HABITACIONAL: 0

ZONA: 4 CICLO: Q4 RUTA: Q44600

**Datos del medidor**  
MARCA/FLUDYS CYBLE NÚMERO: A145520031 TIPO: VELOC15R16 DIÁMETRO: 1/2"

**CUENTA CONTRATO**  
Número para cualquier consulta: **12182656**

Factura de Servicios Públicos No.  
Número para pagos: **7095148313**

**TOTAL A PAGAR**  
Agua + Alcantarillado + Aseo (ver al respaldo)  
+ Cobro a terceros (ver al respaldo): **\$30.510**

Fecha de pago oportuno: **FEB/17/2017**

Fecha límite de pago para evitar suspensión: **FEB/22/2017**

**Datos del consumo**

ÚLTIMA LECTURA:	9	CONSUMO (m³)	7
LECTURA ANTERIOR:	2		
FACTURADO CON:	Año Consumo	Descargas fuertes alterna	0

Últimos consumos m³

0	0	7	0
---	---	---	---

Bar chart showing consumption over time: MAY-JUL (\$15,024), JUL-AGO (\$2,992), SEP-OCT (\$0), ÚLTIMO CONSUMO (7), Promedio m³.

Período facturado: **NOV/01/2016 - DIC/30/2016**

FECHA DE EXPEDICIÓN: FEB/08/2017 FECHA ESPERADA DE LA PRÓXIMA FACTURA: ABR/05/2017

NIVEL CMO BÁSICO PRÓXIMO PERÍODO DE FACTURACIÓN según Resolución CRA-750/2016 30 m3

Descripción	Cantidad	Costo	(-) Subsidio (+) Aporte	Tarifa Valor Unitario	Valor a Pagar	Otros Cobros	No.	Cuota	Interés	Total	Saldo
<b>Acueducto</b>											
Cargo fijo residencial	1	\$12.194,08	\$4.878-	\$7.316,44	\$7.316						
Consumo residencial básico (0-34m3)	7	\$2.214,89	\$6.201-	\$1.328,81	\$9.302					\$3	\$150
Consumo residencial superior a básico											
Cargo fijo no residencial											
Consumo no residencial (m3)											
<b>Subtotal Acueducto ①</b>		\$27.697	\$11.079-		\$16.618	<b>Subtotal Otros Cobros ②</b>				\$193	
<b>Alcantarillado</b>											
Cargo fijo residencial	1	\$5.701,48	\$2.280-	\$3.420,88	\$3.421						
Consumo residencial básico (0-34m3)	7	\$2.447,11	\$6.852-	\$1.468,27	\$10.278						
Consumo residencial superior a básico											
Cargo fijo no residencial											
Consumo no residencial (m3)											
<b>Subtotal Alcantarillado ②</b>		\$22.831	\$9.132-		\$13.699	<b>Total otros conceptos que adeuda</b>				\$0	
<b>Descuento mínimo vital (12 metros cúbicos sin costo en estrato 1 y 2)</b>						<b>\$0</b>					
<b>TOTAL AGUA, ALCANTARILLADO Y OTROS COBROS ① + ② + ③ + ④</b>						<b>\$30.510</b>		<b>CONSUMO MES AGUA Y ALCANTARILLADO</b>	<b>\$15.169</b>	<b>CONSUMO DÍA AGUA Y ALCANTARILLADO</b>	<b>\$505</b>

La tarifa es el costo más aportes o menos subsidios. Se otorgan subsidios a los estratos 1,2,3 para el consumo básico.

**NO inundes de basura la ciudad**

**Para EVITAR INUNDACIONES ten en cuenta estas recomendaciones:**

**BASURAS**

- Colabora sacando la basura en los horarios establecidos y dejándola dispuesta en bolsas bien cerradas.

**SÓTANOS**

- Los edificios deben tener un sistema de bombeo en perfecto estado para drenar las aguas lluvias hacia el alcantarillado.
- Es necesario mantener limpias y en perfecto estado las rejillas que drenan los garajes.

**PATIOS**

- Mantén los patios limpios y libres de objetos que tapen los sifones y no barras hacia ellos.
- Si en tu casa hay árboles, corta las ramas que estén sobre el techo de la vivienda.
- Los sifones deben permanecer siempre con las tapas.

**COCINA**

Por el sifón del lavaplatos se pueden ir sobrantes de comida que taponan las tuberías, por eso:

- Limpia los platos y deposita los restos de comida en la basura.
- No arrojes el aceite de cocina o grasa al lavaplatos.

acueducto AGUA, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ

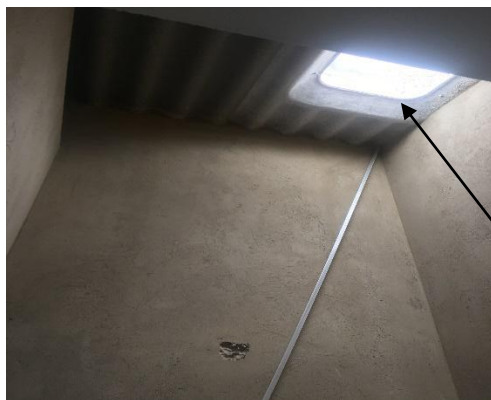
BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

## ION Y EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El objetivo principal de realizar un mantenimiento al sistema de captación y al tanque de almacenamiento es optimizar el funcionamiento de cada uno de los componentes y prolongar la vida útil del sistema.

Para realizar el mantenimiento del sistema de captación, los vivientes tienen un acceso en el tercer piso a la cubierta como se observa en la siguiente figura.

Figura 1. Acceso a la cubierta desde el interior de la casa



Acceso a la cubierta

Se recomienda hacer mantenimiento de la siguiente manera:

1. Realizar un barrido con escoba o cepillo a la teja de Eternit (ver Figura 2) y canaleta de concreto (ver Figura 3) para retirar todo el residuo sobrante como papeles, hojas, polvo, plástico etc, y dejar libre el área de captación para que no obstruya el paso del agua hacia el ducto de captación.

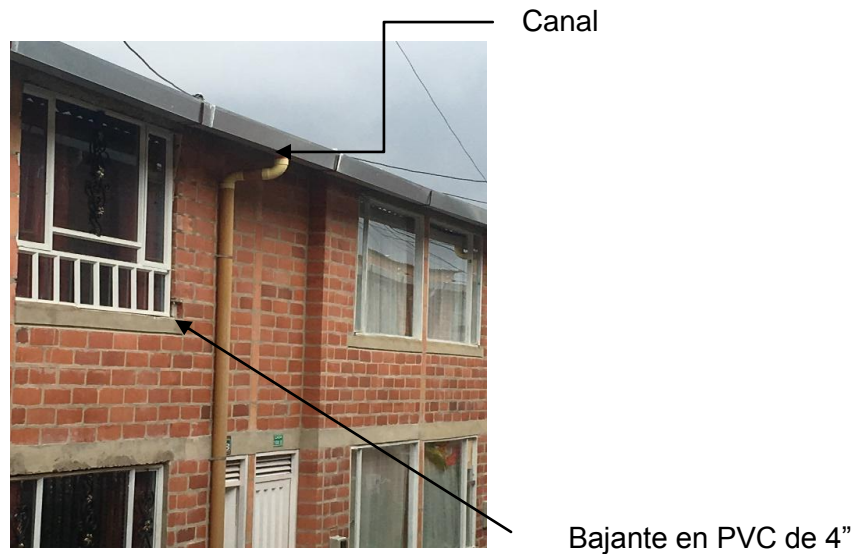
Figura 2. Teja

Figura 3. Canaleta



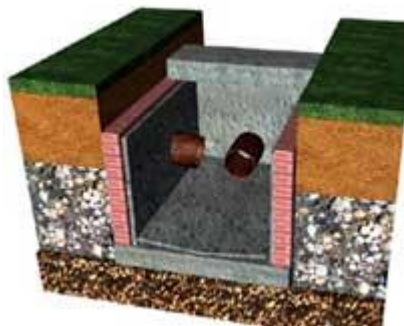
2. En el ducto de captación (inicio de la bajante en PVC de 4" (ver Figura 4)) se deberá colocar una rejilla para evitar exceso de residuos en el interior del sistema y se le deberá hacer limpieza cada (4) cuatro meses.
3. En la canal metálica (ver Figura 4) se debe hacer limpieza con agua y jabón cada (4) cuatro meses para retirar todo lo excesos que se encuentran adheridos en el interior del canal y durante este mantenimiento se revisa las uniones de las bajantes (ver Figura 4) para evitar pérdidas de agua.

Figura 4. Canal y Bajante



4. A la caja de inspección también debe hacerse un mantenimiento cada (4) meses. Normalmente, al interior de la caja de inspección se encontrarán residuos como arenas y algo de lodos estos deben ser retirados.

Figura 5. Caja de inspección



Los pasos para realizar el mantenimiento del tanque son los siguientes:

1. En primer lugar, cerrar el registro de entrada del agua al tanque, luego cerrar el registro de salida del agua y retirar la tapa superior del tanque.
2. Abrir el registró de vaciado del tanque hasta que el agua almacenada quede a una altura de 15cm.
3. Limpiar en el interior del tanque las paredes, el fondo y la tapa con un cepillo o escoba plástica. Para esta limpieza no se debe usar cepillos metálicos porque estos debilitan el tanque, ni utilizar jabón en polvo, jabón líquido, jabón en barra, detergentes etc.
4. Vaciar el tanque en su totalidad lavarlos varias veces con agua presión hasta eliminar los residuos por el registro de vaciado.
5. Llenar con agua el tanque hasta la mitad y agregar 1 litro de hipoclorito de sodio. Cuando el tanque este lleno en su totalidad, dejar actuar por mínimo (3) tres horas.
6. Pasado este tiempo, abrir el registro de salida del tanque para realizar un lavado de las tuberías.

Figura 6. Prototipo de tanque a utilizar



## NOTA

Para realizar el mantenimiento en general del tanque es necesario que el personal que lo efectuó tenga los siguientes elementos de protección y seguridad:

- Arnés de seguridad
- Tapa bocas
- Guantes
- Protectores visuales

## FICHA TECNICA DEL TANQUE



**Eternit**  
Para Toda la Vida



## TANQUES PLÁSTICOS LIVIANOS - HIGIÉNICOS - DURABLES



**Doble capa, doble resistencia**  
Capa exterior en negro o azul para evitar el paso de los rayos ultravioleta.  
Capa interior clara en tanques negros para facilitar la inspección de líquidos y oscura en tanques de color para prevenir crecimiento de microorganismos.



**Higiénicos**  
No se corromen, no sueltan partículas, tienen superficies lisas y fáciles de limpiar.



**Resistentes**  
El material de los tanques plásticos está especificado para estar expuesto a la intemperie, resistir fuertes cambios de clima y ataques de agentes atmosféricos.

Los tanques ETERNIT® son fabricados con polietileno de la mejor calidad, para garantizar productos livianos, resistentes y libres de elementos contaminantes. Todos nuestros tanques son elaborados tecnológicamente para cuidar y proteger el agua.

También se ha diseñado el tanque plástico 250 mini de ETERNIT® para ser ubicado en lugares donde no se dispone de espacio o altura suficiente o donde por estética arquitectónica su ubicación se hará en espacios internos.

### Transporte

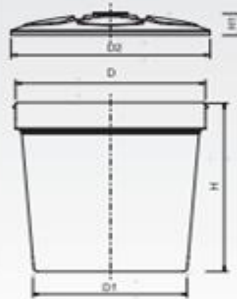
- Los tanques se pueden transportar en arumes verticales, en las cantidades indicadas en el cuadro.

Cantidad máxima por arrume	
Litros	Tanques
2000	2
1000	5
500	5
250	7
250 mini	15
Agrotanque	15

- Los arumes pueden colocarse sobre la plataforma del camión o sobre otros productos teniendo la precaución de hacerlo sobre cartón para evitar daños por rozamiento y vibración durante el viaje.
- Al descargar los tanques evite arrastrarlos.
- Cuando el espacio en altura no es suficiente, los tanques se pueden cargar acostados y encajados uno entre otro, siempre colocando cartones para evitar daños.

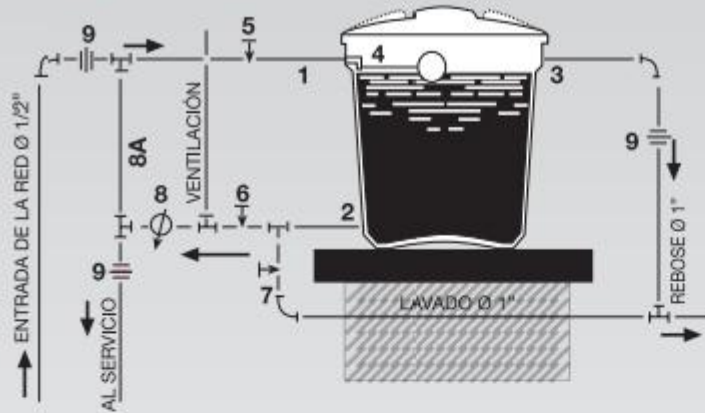
### FICHA TÉCNICA

Volumen bruto Litros	Dimensiones del tanque mm			Dimensiones de la tapa mm	
	D	D1	H	D2	H1
250	810	677	720	850	138.0
250 mini	932	815	443	989	124.4
500	931	758	934	975	170.0
1000	1.232	1.031	1.030	1.275	236.0
2000	1.520	1.220	1.550	1.585	280.0
Agrotanque	932	815	443	-	-



## IN STALACIÓN HIDRAÚLICA

### Esquema de instalación



#### Instrucciones para la instalación

- Antes de instalar el tanque se debe lavar el interior con un desinfectante.
- La superficie que va a soportar el tanque debe ser totalmente horizontal y sin irregularidades que lo deterioren o deformen.
- El área de la plataforma de apoyo debe ser mayor que el fondo del tanque para que no queden partes por fuera.
- La estructura de apoyo debe soportar un peso mayor al peso del tanque lleno. (Tener en cuenta la densidad del líquido).
- No almacene líquidos derivados del petróleo porque deterioran el tanque.
- Las tuberías o mangueras empleadas para las instalaciones hidráulicas no deben estar torcidas ni hacer fuerza sobre el tanque.
- Siempre utilice las conexiones y accesorios suministrados por Eternit.

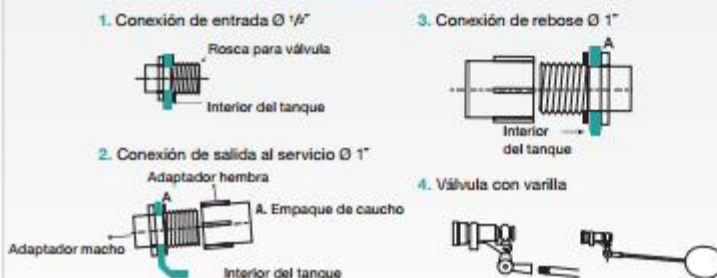
#### Notas:

- La instalación debe ser realizada por personal calificado y certificado para trabajo en alturas.
- El tanque debe permanecer bien tapado y con los conductos de ventilación sin obstrucciones.
- Realice inspecciones al menos una vez al año para verificar el correcto funcionamiento y limpieza.
- No instale los tanques cerca de fuentes de calor.

#### Accesorios necesarios:

1. Conexión de entrada  $\varnothing 1/2"$ .
2. Conexión de salida  $\varnothing 1"$ .
3. Conexión de rebose  $\varnothing 1"$ .
4. Válvula de entrada  $\varnothing 1/2"$  y flotador.
5. Válvula de paso directo para interrumpir la entrada del agua en caso de reparación o lavado de tanque.
6. Válvula de paso para interrumpir la salida al servicio en caso de reparación o para lavado de tanque.
7. Válvula de paso, se abre solamente para lavar el tanque.
8. Cheque (8) y paso directo o bypass (BA), para aprovechar la presión del acueducto en la red interna de servicio.
9. Unión Universal.

#### Conexiones para tanques plásticos



#### Localización de las conexiones

