



**Estudio de factibilidad de una empresa para la construcción y comercialización de sistemas de captación de agua lluvia en Medellín**

Sarah Monsalve Valderrama

Juan Diego Orozco Restrepo

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Evaluación Socioeconómica de Proyectos

Seleccione tipo de orientador(es)

César Augusto Giraldo Prieto, Magíster (MSc) en Administración

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ciencias Económicas  
Especialización en Evaluación Socioeconómica de Proyectos  
Medellín, Antioquia, Colombia

2022

---

<b>Cita</b>	(Monsalve Valderrama & Orozco Restrepo, 2022)
<b>Referencia</b>	Monsalve Valderrama, S., & Orozco Restrepo, J. D. (2022). <i>Estudio de factibilidad de una empresa para la construcción y comercialización de sistemas de captación de agua lluvia en Medellín</i> [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	

---



Especialización en Evaluación Socioeconómica de Proyectos, Cohorte XXVI.



Centro de Documentación Economía

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** Jhon Jairo Arboleda Céspedes

**Decano/director:** Jair Albeiro Osorio Agudelo

**Jefe departamento:** Elizabeth Santamaría Villa

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

---

## Tabla de contenido

Antecedentes .....	10
Justificación.....	12
Objetivos .....	14
Objetivo general .....	14
Objetivos específicos.....	14
Estudio del entorno.....	15
Factores políticos.....	15
Factores económicos .....	16
Factores sociales.....	17
Factores tecnológicos .....	17
Factores ambientales .....	18
Factores legales .....	19
Estudio de mercados.....	20
Mercado existente .....	20
Definición del producto desde la demanda .....	21
Población.....	22
Marco muestral.....	22
Tamaño muestral .....	27
Diseño del instrumento.....	28
Proyección de ventas .....	33
Análisis 4P vs 4C .....	33
Mezcla de mercados .....	33
Producto: definición de sus usos y presentación.....	33
Plaza: distribución.....	34

---

Precio .....	35
Estrategias de publicidad del producto .....	36
Presupuesto mezcla de mercados .....	36
Concepto de viabilidad comercial .....	37
Estudio técnico .....	37
Ingeniería del proyecto .....	37
Ficha técnica .....	37
Composición del sistema de captación de agua lluvia.....	39
Diagrama del proceso .....	40
Inversiones .....	41
Presupuesto de inversiones acorde con la relación del tipo de maquinaria y equipo a emplear. .....	41
Presupuesto de inversiones acorde con la relación de muebles, enseres, equipos de oficina para la dotación de los puestos de trabajo del personal de administración y ventas. ....	41
Presupuestos de salarios de administración y ventas. ....	41
Esquema general de la distribución física de la organización.....	42
Localización y tamaño del proyecto.....	44
Localización.....	44
Tamaño .....	47
Punto de equilibrio .....	48
Concepto de viabilidad técnica.....	50
Estudio administrativo.....	51
Direccionamiento estratégico .....	51
Filosofía de la empresa .....	51
Objeto social.....	51
Valores .....	51

---

Misión.....	51
Visión .....	52
Objetivos Organizacionales.....	52
Matriz DOFA del proyecto .....	52
Organigrama .....	53
Estudio financiero .....	54
Ventas y gastos proyectados .....	54
Inversión Iniciales .....	56
Estado de Resultados.....	58
Calculo Tasa de Descuento .....	59
Flujos de caja.....	61
Viabilidad financiera .....	62
Estudio de riesgo .....	63
Componente Económico – Social .....	65
Bibliografía.....	69
Estructura Encuesta .....	72

**Lista de tablas**

<i>Tabla 1. Número de conexiones EPM 2011 - 2020 y Proyección 2021 - 2027</i> .....	25
<i>Tabla 2. Cantidad de conexiones de acueducto proyectadas para el año 2022 por estrato socioeconómico.</i> .....	25
<i>Tabla 3. Proyección del mercado potencial para la implementación del sistema</i> .....	26
<i>Tabla 4. Proyección de ventas</i> .....	33
<i>Tabla 5. Precio del sistema de captación estándar</i> .....	35
<i>Tabla 6. Costos anuales en publicidad</i> .....	36
<i>Tabla 7. Ficha técnica del producto</i> .....	37
<i>Tabla 8. Presupuesto de maquinaria y equipos a implementar</i> .....	41
<i>Tabla 9. Dotación puestos de trabajo</i> .....	41
<i>Tabla 10. Presupuestos de salarios de administración y ventas</i> .....	42
<i>Tabla 11. salario mensual y anual con prestaciones sociales</i> .....	42
<i>Tabla 12. Aplicación del método de Grilla</i> .....	45
<i>Tabla 13. Tiempo definido para el diseño y construcción del sistema de captación de agua lluvia</i> .....	47
<i>Tabla 14. Gastos mensuales fijos y variables de la empresa</i> .....	48
<i>Tabla 15. Proyección de ventas y precios del sistema de captación</i> .....	54
<i>Tabla 16. Gastos fijos mensuales</i> .....	55
<i>Tabla 17. Costos y gastos para la producción y administración</i> .....	56
<i>Tabla 18. Estimación Capital de Trabajo</i> .....	57
<i>Tabla 19. Inversiones iniciales</i> .....	57
<i>Tabla 20. Amortización del préstamo para la inversión inicial</i> .....	58
<i>Tabla 21. Depreciación equipos y muebles</i> .....	58
<i>Tabla 22. Estado de resultados</i> .....	59
<i>Tabla 23. Datos para el cálculo del Beta del mercado</i> .....	60

---

<i>Tabla 24. Datos para el cálculo del CAMP</i> .....	60
<i>Tabla 25. Flujo de caja - Inversionista</i> .....	61
<i>Tabla 26. Indicadores de viabilidad - Flujo del inversionista</i> .....	61
<i>Tabla 27. Flujo de caja - Libre</i> .....	61
<i>Tabla 28. Indicadores de viabilidad - Flujo libre</i> .....	62
<i>Tabla 29. Matriz de riesgo</i> .....	63
<i>Tabla 30. Análisis de riesgo</i> .....	64
<i>Tabla 31. Tarifas mes de noviembre de 2022 de acueducto y alcantarillado.</i> .....	66
<i>Tabla 32. Consumo mensual de acueducto y alcantarillado, y ahorrado en cada servicio con la implementación del sistema</i> .....	66
<i>Tabla 33. Pago mensual estimado por el servicio de acueducto y alcantarillado sin la implementación del sistema</i> .....	67
<i>Tabla 34. Pago mensual estimado por el servicio de acueducto y alcantarillado con la implementación del sistema</i> .....	67
<i>Tabla 35. Ahorro en el pago de acueducto y alcantarillado con la implementación del sistema</i> .	68
<i>Tabla 36. Estimado de hogares y beneficio económico al implementar el sistema</i> .....	69

---

### Lista de esquemas

<i>Esquema 1. Diagrama de Porter.....</i>	<i>21</i>
<i>Esquema 2. Sistema de captación de agua lluvia (Tomado de <a href="http://www.rotoplas.com.mx">www.rotoplas.com.mx</a>) .....</i>	<i>39</i>
<i>Esquema 3. Diagrama de procesos en bloque .....</i>	<i>40</i>
<i>Esquema 4. Isométrico de las instalaciones del centro administrativo y de acopio de la empresa .....</i>	<i>43</i>
<i>Esquema 5. Plano de las instalaciones del centro administrativo y de acopio de la empresa .....</i>	<i>44</i>
<i>Esquema 6. Comunas y corregimientos de Medellín con sus centros de concentración.....</i>	<i>46</i>
<i>Esquema 7. Ubicación de las coordenadas X y Y de las comunas y corregimientos de Medellín</i>	<i>46</i>
<i>Esquema 8. Localización hallada mediante el método de grilla .....</i>	<i>47</i>
<i>Esquema 9. Matriz DOFA.....</i>	<i>52</i>
<i>Esquema 10. Organigrama empresa.....</i>	<i>53</i>

## Introducción

El agua es un recurso vital para la vida y es el líquido más abundante de la tierra, siendo un recurso crucial para los seres humanos y para todos los seres vivos. La superficie de la tierra está compuesta en un 70% por agua, del cual se tiene que el 97.5% de su cantidad total se encuentra distribuida en sus mares, es decir, agua salada. El 2,5% restante corresponde a agua dulce que se encuentra distribuida de la siguiente forma: 69,7% se encuentra congelada en los polos y glaciares, un 30% en acuíferos que se almacenan en el subsuelo y el 0,3% fluye en los ríos o se contiene en lagos. Para el consumo humano solo se dispone del 0,007% del total disponible. (Novak, 2014)

El agua es indispensable en aspectos sociales, económicos y ambientales, además resulta fundamental para el desarrollo de actividades a nivel mundial relacionadas desde su necesidad para las actividades cotidianas hasta las relacionadas con el sector industrial.

La escasez de agua es un fenómeno generado en parte por la acción y los malos hábitos de consumo ejercidos sobre el recurso hídrico por parte del ser humano. Hay suficiente agua potable en el planeta para abastecer a las personas, pero está distribuida de forma irregular, se desperdicia, se contaminan las fuentes y se gestiona de forma insostenible generando así que el recurso se vea limitado a nivel mundial (ONU, s.f.).

Teniendo en cuenta los consumos per cápita de agua potable para la ciudad de Medellín, se evidencia que el consumo diario por persona es de 138 litros/hab/día (Contraloría General de Medellín, 2021), este valor está por encima de los 100 litros recomendados por la Organización Mundial de la Salud - OMS. El uso excesivo de agua potable en los domicilios se presenta debido a la realización de actividades domésticas con agua potable cuando esta no es necesaria, este consumo corresponde a un 77% del agua usada (Hugues, 2019).

Considerando cada uno de los aspectos mencionados anteriormente y con el fin de estudiar la factibilidad de la creación de una empresa para la construcción y comercialización de sistemas de captación de aguas lluvias en la ciudad de Medellín es necesario plantearse la siguiente pregunta ¿Cuáles son las etapas de estudio necesario para determinar esa factibilidad?, dicha pregunta debe ser desarrollada en torno a definir cuál sería el público objetivo, cuál es el recurso e insumos necesarios para la construcción y funcionamiento del sistema planteado y cuáles serían las necesidades financieras y administrativas para el desarrollo de esa factibilidad.

Para el siguiente trabajo se realizó un estudio de la factibilidad para la construcción y comercialización de sistemas de captación de agua lluvia en la ciudad de Medellín, este estudio se profundizó en el análisis de fuentes primarias y secundarias en la investigación de mercado, determina y detalla la tecnología que se debe emplear, determina los costos totales que se requieren y la rentabilidad económica del proyecto para concluir la viabilidad del proyecto (Baca Urbina, 2013). Para definir la factibilidad de este proyecto se desarrolló los siguientes estudios: Estudio de Mercado, el Estudio Técnico, Estudio Económico, Estudio Administrativo, Estudio Financiero, Estudio de Riesgo y análisis al componente Económico - Social.

### **Antecedentes**

A través de la historia se ha evidenciado la captación de aguas lluvias como mecanismo para obtener el recurso hídrico, hay evidencias que datan 5000 años o más de la construcción de este tipo de sistemas, siglos después el uso de este mecanismo disminuyó debido a que se comenzó a suministrar este recurso a la población por medio de la acumulación de agua superficial para luego ser distribuida mediante tuberías de acueducto. (Água, 2006).

La implementación de los sistemas de captación de agua lluvia en el mundo se da principalmente por el desabastecimiento que se tiene del recurso hídrico o cuando existe un suministro deficiente del mismo, en el continente africano por ejemplo se ha evidenciado en los últimos años la implementación de estos sistemas, aunque las precipitaciones en este lugar son bajas y se tiene un tamaño reducido de las cubiertas impermeables de las viviendas. Sin embargo, la recolección de agua lluvia es muy difundida en África con grandes proyectos en Botswana, Togo, Mali, Malawi, Sudáfrica, Namibia, Zimbabwe, Mozambique, Sierra Leona y Tanzania. (Água, 2006).

En países de Asia, el gobierno presenta problemáticas para suministrar el servicio de acueducto a toda la población y se ha tenido como una alternativa viable para el suministro del recurso el aprovechamiento del agua lluvia. Por ejemplo, en Bangladesh cerca de 1000 sistemas de aprovechamiento de agua lluvia fueron instalados por la ONG Forum for Drinking Water Supply & Sanitation. (Água, 2006).

En países de América como México, Guatemala, Estados Unidos también se evidencia el uso de agua lluvia como alternativa para el uso de tareas domésticas, propósitos agrícolas,

comerciales o industriales. En estados unidos se estima que existen al menos 50 compañías especializadas en el diseño y construcción de sistemas de aprovechamiento de agua lluvia.

Para el caso de Colombia por tener una gran riqueza hídrica y la facilidad de acceder a este recurso se ha dejado de lado el desarrollo de otro tipo de tecnologías alternativas como lo es la captación de aguas lluvias para obtener el agua, solo en algunas zonas donde hay desabastecimiento de agua potable se utilizan estos sistemas de captación de aguas lluvias y en su mayoría son pocos tecnificados y por ende tiene poca eficiencia el sistema, como es el caso de la comunidad de la Bocana en Buenaventura, algunos asentamientos de la isla de San Andrés, la vereda Casuarito del municipio de Puerto Carreño (Vichada), el Barrio el Ponzón de Cartagena, el asentamiento subnormal de Altos de Menga en la ciudad de Cali. (Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia, 2006).

Como casos aislados existen algunas empresas donde se realizaron este tipo de diseños hidráulicos para el aprovechamiento del agua lluvia, entre ellos tenemos:

- El almacén Alkosto Venecia (Bogotá), donde se aprovechan 6.000 m<sup>2</sup> de cubierta para captar alrededor de 4.820 m<sup>3</sup> de agua lluvia al año, con lo cual se satisface el 75% de la demanda actual de agua potable de la edificación.
- El almacén Alkosto de Villavicencio, esta edificación tiene una cubierta de 1.061 m<sup>2</sup> con la cual se capta el agua lluvia para ser almacenada en un tanque de 150 m<sup>3</sup>, posteriormente el agua es tratada por medio de los procesos de floculación, filtrado y cloración realizados en una planta de tratamiento, el sistema proporciona agua potable para todas las necesidades del almacén durante todo el año.
- El edificio de Postgrados de Ciencias Humanas de la sede Bogotá de la Universidad Nacional, cuenta con un sistema en el cual en su cubierta protegida con grava se capta agua lluvia que es llevada a un tanque subterráneo, desde el que se bombea agua para la descarga de los inodoros, y alimentar las fuentes y los espejos de agua.

## Justificación

El aumento de usuarios conectados al servicio de acueducto suministrado por Empresas Públicas de Medellín presenta un incremento del 30,62 % entre los años 2011 y 2020. (Contraloría General de Medellín, 2021).

Es importante resaltar que el agua que se suministra en el sistema de acueducto de EPM para la ciudad de Medellín es captada en regiones ajenas a su jurisdicción, lo que hace que se tenga una dependencia hídrica de otras cuencas como Riogrande y Rio Buey que surten los embalses de Riogrande y La Fe.

Para garantizar el suministro de agua potable, EPM cuenta con tres embalses: Riogrande que abastece la planta de tratamiento de agua Manantiales, el embalse de La Fe, que abastece la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) La Ayurá y el embalse de Piedras Blancas que abastece las PTAP La Montaña y Villa Hermosa.

Por otra parte, estos tres embalses afrontan problemas ambientales que pueden afectar a futuro su capacidad de captación y suministro de agua al sistema de acueducto; entre los problemas ambientales que afectan los embalses se encuentran la contaminación de los suelos que componen la cuenca, la eutrofización de los embalses, la pérdida de la capacidad hidráulica y la sedimentación, esta serie de problemas conlleva a la reducción de la vida útil de los embalses. Además de los impactos ambientales en las cuencas hídricas de los embalses, hace que el escenario de una posible escasez de agua se materialice y cause un racionamiento en el suministro, por ello es importante analizar diferentes métodos que permitan reducir el consumo de agua potable con el fin de minimizar el estrés hídrico de los embalses. Desde el punto de vista de la gestión ambiental, el interés colectivo de captar y aprovechar el agua lluvia para reducir el consumo de agua potable impacta de manera positiva la protección del agua y la vinculación de la intención de ayudar al entorno y medio ambiente.

La sociedad en general se ve comprometida a jugar un papel importante para alcanzar una mejor gestión de los recursos hídricos, en el caso de Colombia se tiene un marco normativo donde cualquier plan regional o municipal debe incluir un Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua- PUEAA, lo anterior permite evidenciar cómo se ha venido trabajando con programas de uso consciente en la utilización este recurso, pero a pesar de tener estos programas no ha sido suficiente

para reducir el uso excesivo de agua potable, por ejemplo, en la ciudad de Medellín, se refleja un panorama de alto consumo por parte de los usuarios del servicio público de acueducto.

El agua lluvia es una buena alternativa para ayudar a mitigar el gasto excesivo de agua potable, debido a que puede aprovecharse mediante sistemas de captación que funcionen de manera eficiente, solo se requiere de una mayor divulgación que permita un reconocimiento del tema para lograr aceptación e implementación por parte de las comunidades que podrían beneficiarse con su uso. Socialmente, la implementación de un sistema de captación de aguas lluvias encuentra sentido en importantes ventajas como lo son la protección del recurso hídrico, la reducción en el pago de las facturas de servicios públicos además es un sistema que no requiere de gasto energético para poder operar e impacta de manera positiva en temas de medio ambiente y sostenibilidad.

En la ciudad de Medellín se presentan altas precipitaciones durante todo el año, lo que equivale a una mayor disponibilidad de agua lluvia, que es ideal para este tipo de sistemas, cabe aclarar que no se tendrá disposición constante debido a los periodos secos que se tienen en la ciudad. El agua lluvia puede ser captada y usada inmediatamente, sin necesidad de tratamientos, pero se debe tener en cuenta que su uso en estas condiciones debe hacerse solo para riego de jardines y cultivos, limpieza de pisos, lavado de vehículos, depuración sanitaria y otras actividades que no requieran uso de agua potable.

Para la universidad y los investigadores, el desarrollo del presente proyecto permitirá la ampliación y profundización de conocimientos en marcados en la factibilidad de una empresa para el aprovechamiento del agua lluvia mediante la comercialización de sistemas de captación, además de poder identificar los impactos sociales que se presentarían, los cuales van más allá del conocimiento debido a que están ligados con la generación de un valor positivo para la sociedad. (Baca Urbina, 2013).

## Objetivos

### Objetivo general

Estudiar la factibilidad de la creación de una empresa para la construcción y comercialización de sistemas de captación de agua lluvia en las viviendas conectadas al sistema de acueducto de EPM en la ciudad de Medellín.

### Objetivos específicos

Realizar un estudio de entorno que permita identificar los factores estratégicos que componen el desarrollo de la empresa del estudio en cuestión.

Realizar un estudio de mercados para conocer la aceptación que tiene la captación de agua lluvia, la población objetivo, la oferta y demanda, así como la competencia que tiene este tipo de sistema.

Identificar el marco normativo asociado al sector en el que se desarrolla la empresa encargada de la construcción y comercialización de los sistemas de captación de agua lluvia.

Identificar mediante un estudio técnico la cantidad de maquinaria, equipos, mano de obra y demás elementos necesarios para el desarrollo de la construcción del sistema de captación de aguas lluvia.

Desarrollar un estudio administrativo para establecer la estructura organizacional, la planificación estratégica, los aspectos laborales y el recurso humano necesarios para una debida gestión.

Elaborar un estudio financiero con el fin de conocer la viabilidad de la empresa.

Identificar los impactos relacionados a los componentes social y económico debido a la construcción e implementación del sistema de captación de aguas lluvias.

## Estudio del entorno

### Factores políticos

Con el fin de implementar programas para la conservación del agua, en Colombia se tiene la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico que tiene como objetivo *“garantizar el uso y aprovechamiento eficiente del agua; el manejo del recurso por parte de autoridades y usuarios; articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente”*.

En el nivel local, los municipios como integrantes del Sistema Nacional Ambiental deben desarrollar planes, programas y proyectos generales y sectoriales para la gestión integral del recurso hídrico, articulados con los planes de desarrollo regional y nacional. (Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010)

El Ministerio de Ambiente elaboró un documento llamado Lineamientos para la construcción colectiva de una cultura del agua donde se habla de una orientación al cuidado, protección y uso racional del recurso, esta se soporta en el desarrollo de procesos educativos de carácter permanente, a través de los cuales las comunidades puedan tener la posibilidad de reflexionar sobre su realidad local, analizar las consecuencias de sus comportamientos de forma individual y colectiva sobre el entorno, además para que asuman su capacidad en la toma decisiones orientadas a transformar dichos comportamientos en la búsqueda de un desarrollo humano sostenible.

El programa de Cultura del Agua desarrolla las siguientes estrategias educativas que atienden diferentes potencialidades, demandas por grupos sociales y formas de organización, estas estrategias son:

Jornadas educativas en agua y saneamiento.

Clubes defensores del agua.

Saneamiento básico escolar y educación en higiene.

Participación comunitaria en programas de agua y saneamiento.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como autoridad ambiental, inició la implementación de la Ley 373 de 1997 - Uso eficiente y racional del agua, por lo cual expide los términos de referencia que apoyan la elaboración e implementación del Programa uso eficiente y racional del agua – PUEYRA. (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2022).

Las políticas señaladas han sido de gran importancia para establecer un mayor control y seguimiento sobre el recurso hídrico, y a pesar de estar enmarcadas en el mejoramiento del problema, aun no cumplen con la finalidad de disminuir significativamente la contaminación de fuentes hídricas y el uso irracional del agua.

### **Factores económicos**

La contaminación de las fuentes hídricas y el uso excesivo de agua potable trae consigo una serie de factores no solo políticos sino a nivel económico. Es importante tener en cuenta que los sistemas de captación de agua lluvia deben implementarse en viviendas que cuentan con las condiciones físicas para su construcción, en la actualidad en Colombia debido a los altos niveles de pobreza gran cantidad de viviendas están construidas con materiales precarios, siendo no aptas para la implementación de este tipo de sistemas, es por ello que para determinar el público objetivo nos apoyamos del informe de calidad de vida del año 2018 para la ciudad de Medellín, donde se considera el porcentaje del déficit cuantitativo de las viviendas, el cual permite conocer el número de viviendas que serían descartadas, se debe tener en cuenta que los niveles de pobreza inciden de manera directa en el número de viviendas que pueden adquirir el sistema de captación de agua lluvia, debido a que gran número de viviendas no cuentan con las condiciones mínimas para la instalación de este.

según el *“Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2016: agua y empleo”* (Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2016) adicional a esto, el informe *“Situación crítica: El cambio climático, el agua y la economía”* indica que factores como el crecimiento poblacional y la expansión de las ciudades podría generar un crecimiento exponencial en la necesidad de agua potable que podrían generar estrés hídrico en las fuentes de captación y problemas a las ciudades si no se toman medidas.

## **Factores sociales**

Los sistemas de captación de agua lluvia son la solución más ecológica y socialmente incluyente ante los retos del manejo del consumo excesivo de agua potable. La captación de agua lluvia ayuda a reducir el consumo de agua potable en los hogares debido a que el agua lluvia puede ser usada en actividades que no requieren agua potable, esta reducción en el consumo de agua potable genera un ahorro económico en el pago de servicios públicos, es ahorro permite que las personas que implementen el sistema puedan hacer el gasto de ese ahorro en otras necesidades básicas.

## **Factores tecnológicos**

En los últimos años el desarrollo sostenible y tecnológico que ha tenido la ciudad de Medellín se ha fortalecido y ha incentivado a la transformación socioeconómica y a la reindustrialización de toda el Área Metropolitana. El desarrollo de las actividades tecnológicas y de innovación tiene como propósito transformar mediante diferentes actores (empresas privadas, entidades públicas, sociedad civil y academia) los sectores sociales y técnicos para apuntar a la sostenibilidad. (Medellín Ciudad Innovadora, logros y retos para aportar una política de desarrollo productivo nacional, 2021).

Los sistemas para el aprovechamiento de agua lluvia son tecnologías que se ajustan muy bien dentro de los lineamientos del desarrollo sostenible, dado que contribuyen al uso racional del agua y los recursos. Las nuevas tecnologías y los materiales modernos permiten que los sistemas para el aprovechamiento de agua lluvia sean factibles y estén al alcance de todas las personas.

Desde el punto de vista tecnológico, la construcción no es compleja y no requiere de materiales de costosos o difíciles de encontrar en el mercado, además su mantenimiento no es de alto costo. Al recolectar el agua lluvia mediante el sistema de captación se reduce el caudal pluvial que ingresa desde los domicilios hacia el sistema de alcantarillado, aprovechando el volumen captado para la realización de actividades en las que usualmente se usa agua potable, con la implementación del sistema se tiene un estímulo para la gestión eficiente y la protección del agua.

## Factores ambientales

La implementación de los sistemas de captación agua lluvia genera un ahorro en el consumo de agua potable y mitiga un poco los impactos que se tienen sobre el recurso hídrico debido al consumo excesivo de agua potable. Con estos sistemas se logra una sostenibilidad ambiental del recurso hídrico, debido a que se genera nuevas alternativas para los sistemas de distribución.

Desde el punto de vista de la gestión ambiental, el interés colectivo de captar y aprovechar el agua lluvia para reducir el consumo de agua potable impacta de manera positiva la protección del agua y la vinculación de la intención de ayudar al entorno y medio ambiente.

Con relación al cambio climático, si bien el uso de los sistemas de captación de agua lluvia no aporta a la disminución del cambio climático, la implementación de los sistemas permite mitigar un poco los posibles efectos adversos que el cambio climático tendría, según la UNESCO:

*“... las alteraciones climáticas van a empeorar la situación de los países que ya viven a día de hoy estrés hídrico, además de generar problemas similares en áreas que todavía no se han visto gravemente afectadas. Aún estamos a tiempo de solucionar esta situación.”* (Aguae Fundacion, 2022)

La implementación de los sistemas permite dar un uso eficiente al recurso hídrico al aprovechar el agua lluvia captada en actividades que no requieren su potabilización, esto permite disminuir la demanda de agua tratada y minimizar un poco el estrés hídrico en las cuencas abastecedoras del sistema de captación de agua potable.

Por otra parte, para los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 – ODS 2030 la implementación de los sistemas de captación puede contribuir en el Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, precisamente en los siguientes puntos (Organización de las Naciones Unidas, 2022):

*“6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua*

*6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el*

*saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización*

*6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento”*

## **Factores legales**

En Colombia existen diferentes normatividades que están enfocadas en el acceso, aprovechamiento, protección y uso eficiente del recurso hídrico en los diferentes tipos de actividades donde el agua se requiere, entre estas normas se tiene:

**Ley 23 de 1997:** *“Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”*. (Congreso de la República de Colombia, 1997)

**Artículo 2:** Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua.

**Artículo 5:** Reúso obligatorio del agua.

**Título VII – Capítulo I del Decreto 1541 de 1978:** *“Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973.”*

**Artículo 143:** Sin perjuicio del dominio público de las aguas lluvias, y sin que pierdan tal carácter, el dueño, poseedor o tenedor de un predio puede servirse sin necesidad de concesión para el uso de las aguas lluvias cuando estas aguas forman un cauce natural que atraviese varios predios, y cuando aún sin encauzarse salen de inmueble.

**Artículo 144:** La construcción de obras para almacenar conservar y conducir aguas lluvias se podrá adelantar siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros.

**Artículo 145:** La construcción de obras para almacenar conservar y conducir aguas lluvias se podrá adelantar siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros.

**Sección II del Decreto 2811 de 1974:** *“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.”* (Presidencia de la República de Colombia, 1974)

**Artículo 148:** El dueño, poseedor o tenedor de un predio puede servirse de las aguas lluvias que caigan o se recojan en éste y mientras por él discurran. Podrá, en consecuencia, construir dentro

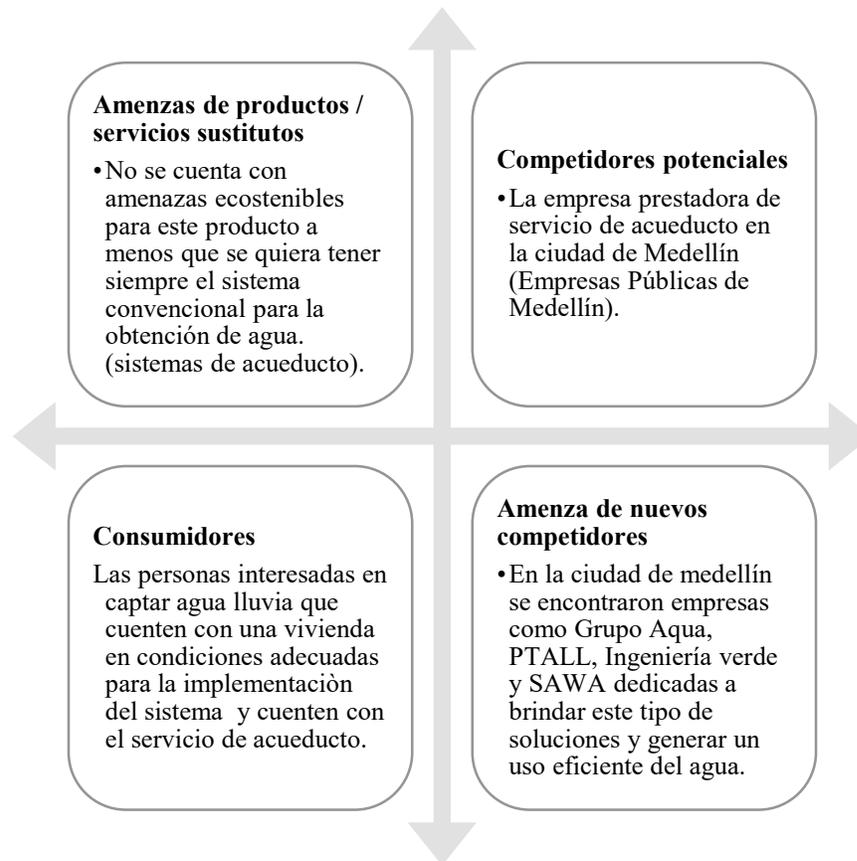
de su propiedad las obras adecuadas para almacenarlas y conservarlas, siempre que con ellas no cause perjuicios a terceros.

### **Estudio de mercados**

El objetivo de este es determinar la viabilidad comercial de una empresa para la construcción y comercialización de sistemas de captación de agua lluvia en Medellín, para esto se investiga el mercado existente y se determina el mercado objetivo y la estrategia de mercados a utilizar.

#### **Mercado existente**

Para análisis del mercado existente se tendrá en cuenta el alcance de los clientes y los competidores, este análisis se realizó a través del diamante de Porter.



*Esquema 1. Diagrama de Porter*

## **Definición del producto desde la demanda**

El gasto desmedido del recurso hídrico se ha convertido en los últimos años en una problemática a nivel mundial, pero poco a poco han aparecido políticas y decretos que exigen el cuidado del recurso. Para el sector de la construcción es un reto adoptar medidas que mejoren el comportamiento medio ambiental de las nuevas infraestructuras como lo son edificios y casas.

Es por esto por lo que se aprovechará este mercado sostenible y se presentará una propuesta de producto que permita aprovechar el agua lluvia en actividades que no requieran el uso de agua potable, también con esta propuesta se obtendrán beneficios económicos para los usuarios en el ahorro de la factura de servicios públicos de acueducto y alcantarillado.

Por otro lado, es importante considerar los niveles de lluvia que se tienen en la ciudad de Medellín, lo beneficioso y conveniente que fuese para este aspecto para la promoción y uso de los

sistemas de captación de agua lluvia. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, para la ciudad de Medellín, según los valores medios multianuales de precipitación total se tiene una precipitación anual de 1750 mm, es decir, por cada metro cubico de agua lluvia que cae sobre un área de un metro cuadrado es posible captar 1750 litros de agua lluvia por año.

### **Población**

Para el presente trabajo se define Medellín como localización para realizar los análisis, según el DANE en el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018, Medellín tiene una población de 2.376. 337 habitantes, esta población está compuesta por 798.017 viviendas. Adicionalmente, es importante indicar que el 98,4% de las viviendas cuenta con servicio de acueducto y el 97,2% con el servicio de alcantarillado. (DANE, 2022)

### **Marco muestral**

El objetivo del sistema de captación de aguas lluvias es aprovechar el agua captada para destinar en actividades donde no se requiere el uso de agua potable, es por esta razón que se considera como base para proyectar la demanda el número de viviendas conectadas al sistema de acueducto de EPM, exceptuando las instalaciones en conjuntos residenciales debido a las condiciones, tanto físicas como respecto a la decisión de instalar el sistema de captación en las viviendas que los conformas. En Medellín, para el año 2016 se tenían 302.513 conexiones de conjuntos residenciales a la red de EPM, estimando linealmente con base al aumento de conexiones al servicio de EPM, se estima un aproximado de 344.494 conexiones de conjuntos residenciales para el año 2022. (El Colombiano , 2016)

Según el Informe Anual Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente del año 2020 (Contraloría General de Medellín, 2021), en el Gráfico 1 se evidencia que en la ciudad de Medellín para el año 2011 se reportaban 672.845 viviendas con instalaciones de EPM, mientras que para el año 2020 este reporte era de 833.815, es decir, se tuvo un crecimiento del 24% entre el 2011 y 2020.

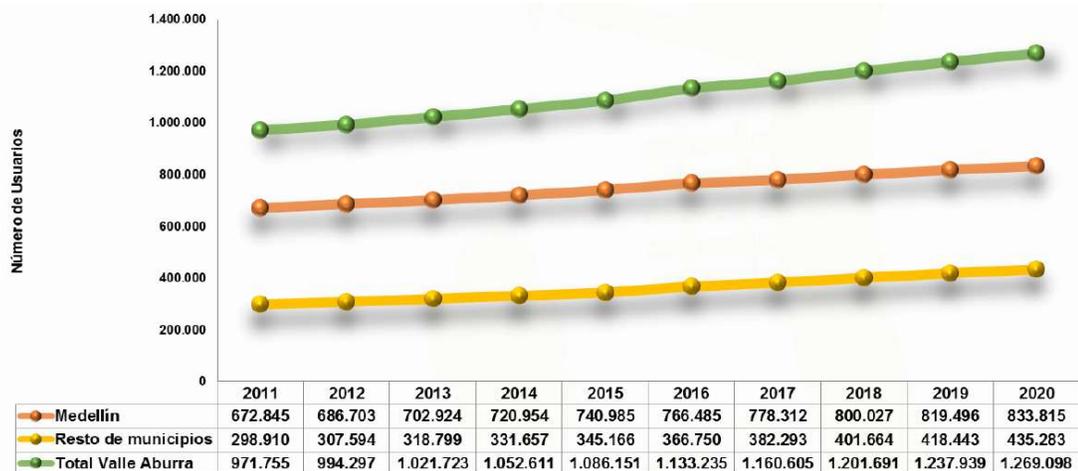


Gráfico 1. Número de usuarios conectados al sistema de acueducto entre los años 2011 - 2020. Tomado de (Contraloría General de Medellín, 2021)

Por otra parte, el Informe de Calidad de Vida (Medellín Cómo Vamos, 2018) plantea la distribución de los estratos socioeconómicos de la ciudad para el año 2017 (Gráfico 2), esta distribución permite identificar la demanda por estrato socioeconómico. Es importante destacar que según lo establecido en la Ley 142 de 1994 el pago de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado de los estratos 1, 2 y 3 son subsidiados por las contribuciones que hacen los estratos 5 y 6 en el pago de servicios públicos de acueducto y alcantarillado, el estrato 4 no recibe subsidio ni contribuye.

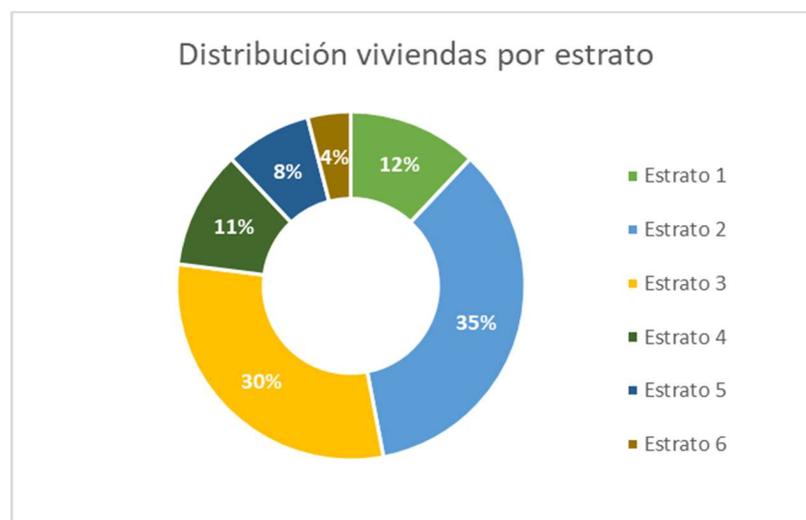
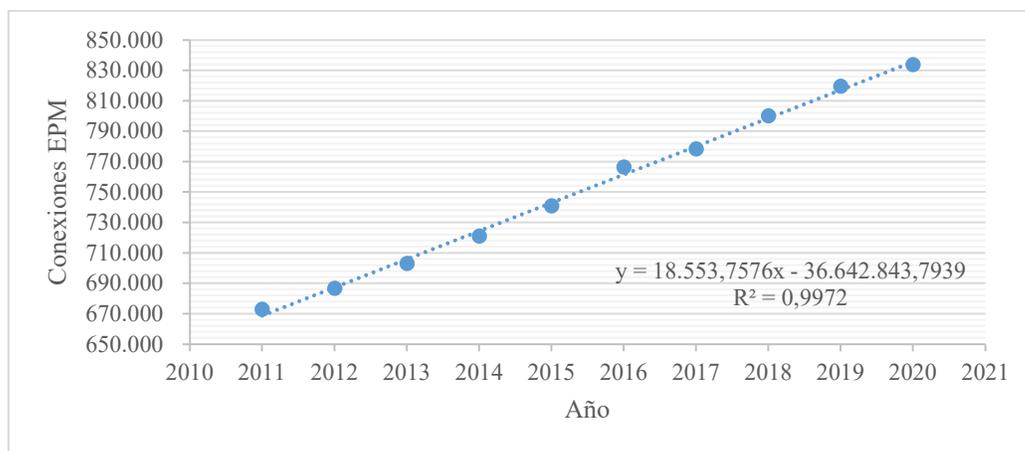


Gráfico 2. Distribución de estratos socioeconómicos de Medellín para el año 2017

Con base al registro de usuarios conectados al sistema de acueducto de EPM (Gráfico 1) es posible hallar la ecuación de tendencia lineal entre los años 2011 y 2020 lo que permite realizar una proyección con el número esperado de usuarios conectados en años posteriores. El Gráfico 3 muestra la ecuación de la regresión con su línea de tendencia y su R cuadrado, este último coeficiente representa que tan ajustados están los valores a la línea de tendencia, siendo 0 un modelo no fiable y 1 un modelo fiable, para este caso se tiene un  $R^2$  de 0,9972, lo que indica fiabilidad en la proyección realizada.



*Gráfico 3. Línea de tendencia conexiones EPM 2011 – 2020*

Con el uso de la ecuación de la línea de tendencia se halla la proyección de usuarios conectados al sistema de EPM en los años posteriores, en la *Tabla 1* se proyectan los usuarios entre los años 2021 y 2027 con base a los usuarios indicados en el informe para los años 2017 y 2021, se realiza la proyección para estos años debido a que se tomara un horizonte de evaluación de 5 años a partir del año 2022, siendo este último el año 0. Además, con la ecuación se puede concluir que se tiene un crecimiento proyectado de 18.553 conexiones por año.

Tabla 1. Número de conexiones EPM 2011 - 2020 y Proyección 2021 - 2027

	Año (x)	Número de Usuarios EPM (y)
	<i>Informe Anual Contraloría 2021</i>	2011
2012		686.703
2013		702.924
2014		720.954
2015		740.985
2016		766.485
2017		778.312
2018		800.027
2019		819.496
2020		833.815
<i>Proyección</i>	2021	854.300
	2022	872.854
	2023	891.408
	2024	909.962
	2025	928.515
	2026	947.069
	2027	965.623

Tomando el año 2022 como base para el estudio de mercados y contrastando con el Gráfico 2, el cual indica los porcentajes en los que se encuentran distribuidos los estratos socioeconómicos de la ciudad de Medellín (Medellín Cómo Vamos, 2018) es posible hallar la cantidad de conexiones por estrato socioeconómicos, en la Tabla 2 se proyectan estas cantidades.

Tabla 2. Cantidad de conexiones de acueducto proyectadas para el año 2022 por estrato socioeconómico.

<i>Estrato</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Año 2022</i>
<i>Estrato 1</i>	12%	104.742
<i>Estrato 2</i>	35%	305.499

<i>Estrato</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Año 2022</i>
<i>Estrato 3</i>	<i>30%</i>	<i>261.856</i>
<i>Estrato 4</i>	<i>11%</i>	<i>96.014</i>
<i>Estrato 5</i>	<i>8%</i>	<i>69.828</i>
<i>Estrato 6</i>	<i>4%</i>	<i>34.914</i>
<b><i>TOTAL</i></b>		<b><i>872.854</i></b>

Es importante tener en cuenta que los sistemas de captación de agua lluvia deben implementarse en viviendas que cuentan con las condiciones físicas para su construcción, es decir que la vivienda cuente con un techo con pendiente para poder realizar la recolección del agua lluvia, además el techo debe ser de un material impermeable y contar con el sistema de recolección del agua lluvia (sistema de canaletas), es por lo anterior que se considera el porcentaje del déficit cualitativo del informe de calidad de vida del año 2018 para la ciudad de Medellín con el fin de obtener la cantidad de viviendas que cuentan con una estructura física de materiales precarios y poder cuantificar cuántas son aptas para implementar el sistema. En la Tabla 3 se evidencia el mercado potencial hallado y distribuido por estrato socioeconómico.

*Tabla 3. Proyección del mercado potencial para la implementación del sistema*

<i>Estrato</i>	<i>% Déficit cuantitativo</i>	<i>Año 2022 viviendas aptas</i>
<i>Estrato 1</i>	<i>42%</i>	<i>60.751</i>
<i>Estrato 2</i>	<i>46%</i>	<i>164.969</i>
<i>Estrato 3</i>	<i>11%</i>	<i>233.052</i>
<i>Estrato 4</i>	<i>1%</i>	<i>95.054</i>
<i>Estrato 5</i>	<i>0%</i>	<i>69.828</i>
<i>Estrato 6</i>	<i>0%</i>	<i>34.914</i>
<b><i>TOTAL</i></b>		<b><i>658.568</i></b>

Así entonces, se obtiene un público potencial de 658.568 viviendas en la ciudad de Medellín que podrían implementar el sistema de captación de agua potable.

### Tamaño muestral

Con el fin de identificar el público objetivo para la construcción y comercialización de los sistemas de captación de agua potable se realiza una encuesta con el fin de conocer la aceptación del sistema en el público potencial. Para determinar la cantidad de encuestas necesarias se aplica la Ecuación 1 para el tamaño de muestra en poblaciones finitas (Aguilar-Barojas, 2005).

*Ecuación 1. Tamaño de la muestra en poblaciones finitas.*

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

Donde:

**n:** *Tamaño de la muestra poblacional que se requiere encuestar.*

**N:** *Tamaño de la población total a estudiar.*

**$\sigma$ :** *Desviación estándar de la población. En caso de desconocer este dato es común utilizar un valor constante de 0,5.*

**Z:** *Nivel de confianza indica el grado de seguridad de que los datos son representativos de toda la población. Se recomienda usar los valores de 2.58 (99%) o 1.96 (95%), siendo el ultimo el mínimo valor de confianza.*

**e:** *Limite de error muestral aceptable, esta entre 1% y 9%. (QuestionPro, s.f.)*

$$n = \frac{(1,96)^2(0,5)^2(658.568)}{(0,08)^2(658.568 - 1) + (1,96)^2(0,5)^2}$$

$$n = 150 \text{ encuestas}$$

Por lo anterior, para un tamaño de muestra poblacional de 658.568 conexiones al servicio público de acueducto, un nivel de confianza del 95% y un límite de error muestral del 8%, el tamaño de la muestra mínimo es de 150 encuestas.

## Diseño del instrumento

La encuesta es del tipo cuantitativo y se usa para obtener de manera estadística patrones y preferencias de los encuestados con relación a la implementación de sistemas de captación de agua lluvia. La estructura de la encuesta consiste en 6 preguntas que plantean identificar si el encuestado le interesa ahorrar dinero en el pago de sus servicios de acueducto y alcantarillado, si su ubicación es en la ciudad de Medellín, si cuenta con servicios públicos de agua, su estrato socioeconómico y la disposición para pagar el sistema de captación de agua lluvia. La divulgación y aplicación de la encuesta se realizó de manera virtual mediante el uso de un formulario de Google que fue compartido por redes sociales como Facebook, Instagram y Whatsapp, en total se realizaron 253 encuestas que representa el 0,04% de la muestra poblacional. A continuación, se presentan los resultados de cada una de las preguntas planteadas:

### ¿Su vivienda se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín?

Si bien se registraron 253 encuestas, es importante indicar que el presente estudio está enfocado en la ciudad de Medellín, por tal motivo fue conveniente preguntar al encuestado si su vivienda está ubicada en la ciudad de Medellín. En el Gráfico 4 se visualiza que 152 encuestas corresponden a viviendas ubicadas en la ciudad de Medellín, es decir, un 60,1% de la encuesta.

#### ¿Su vivienda se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín?



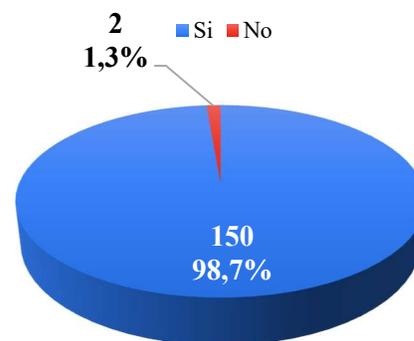
Gráfico 4. ¿Su vivienda se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín?

Por lo anterior, es preciso decir que se cuentan con las 150 encuestas minimas de la muestra, por lo que se define analizar los resultados de las demás preguntas en función de estas 152 respuestas.

### **¿Le interesaría ahorrar dinero en el pago de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado?**

En el Gráfico 5 es posible evidenciar como el 98,7% de los encuestados, es decir, 150 personas, tiene interes en ahorrar dinero en el pago de servicios publicos de acueducto y alcantarillado, mientras que un 1,3% (2 personas) no le interesa hacerlo.

#### **¿Le interesaría ahorrar dinero en el pago de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado?**

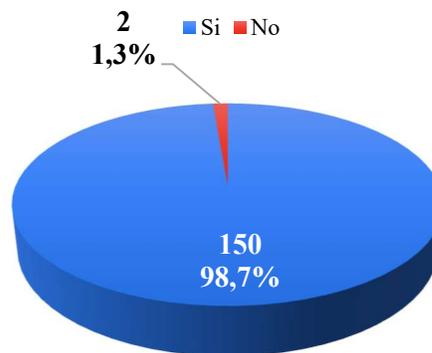


*Gráfico 5. ¿Le interesaría ahorrar dinero en el pago de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado?*

### **¿Le interesaría captar agua lluvia para usarla en actividades donde no se requiera el uso de agua potable?**

El Gráfico 6 indica que el 98,7% le interesa la idea de captar agua lluvia para usarla en actividades donde no se requiera agua potable, pero para el 1,3% restante esta idea no es tan interesante. Es importante destacar que las 2 personas estaban interesadas en ahorrar dinero en el pago de servicios publicos, pero no estaban interesados en captar agua lluvia.

**¿Le interesaría captar agua lluvia para usarla en actividades donde no se requiera el uso de agua potable?**

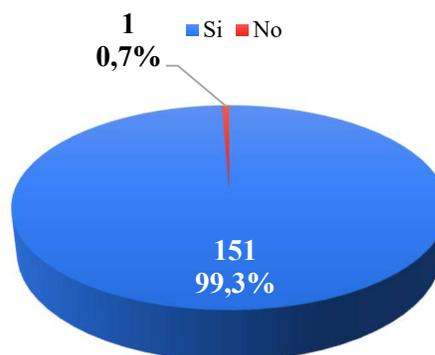


*Gráfico 6. ¿Le interesaría captar agua lluvia para usarla en actividades donde no se requiera el uso de agua potable?*

**¿Su vivienda cuenta con el servicio público de agua potable y alcantarillado?**

El Gráfico 7 indica que, de las 152 respuestas de la ciudad de Medellín, solo una no contaba con acceso al servicio público de acueducto y alcantarillado, esta respuesta también reportó estar en el Estrato 1.

**¿Su vivienda cuenta con el servicio público de agua potable y alcantarillado?**



*Gráfico 7. ¿Su vivienda cuenta con el servicio público de agua potable y alcantarillado?*

**¿Su vivienda tiene que estrato socioeconómico?**

En el Gráfico 8 se muestra la distribución de estratos socioeconómicos de las personas que realizaron la encuesta, se aprecia el Estrato 3 como el de mayor concentración, con un 42,1%, mientras que el Estrato 6 es el de menor concentración. El resto de concentraciones se da de forma descendente con el Estrato 4 con un 24,3%, Estrato 2 con un 15,8%, Estrato 5 con un 14,5% y Estrato 1 con un 2%.

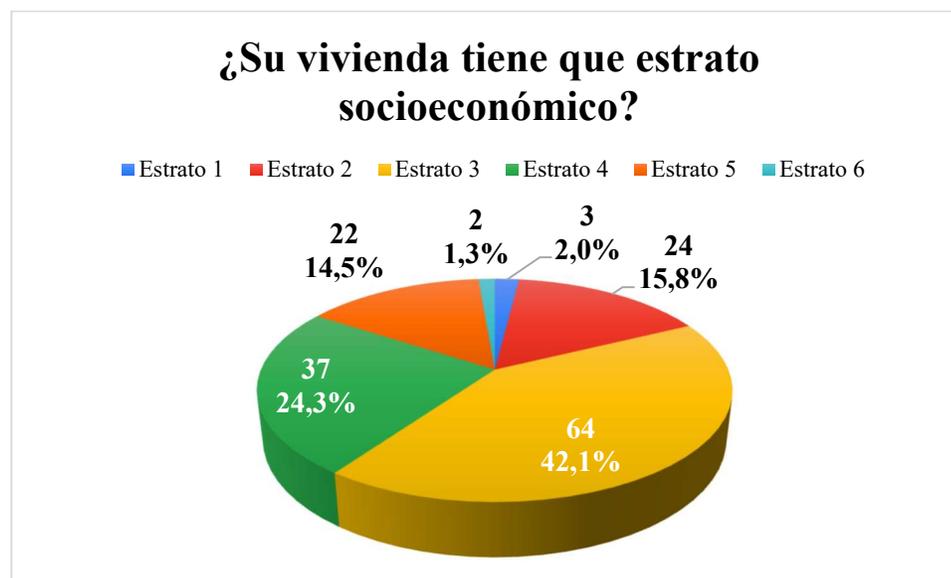


Gráfico 8. ¿Su vivienda tiene que estrato socioeconómico?

**¿Cuánto estaría dispuest@ a invertir para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar?**

Con el Gráfico 9 es posible conocer cuanto están dispuestos a invertir los encuestados para implementar el sistema de captación de agua lluvia. La mayor parte del público encuestado (55,9%) está dispuesto a pagar menos de \$1.000.000, otra porción relevante (42,8%) está dispuesta a pagar entre \$1.000.001 y \$3.000.000, solo el 1,3% de los encuestados (2) está dispuesto a pagar entre \$3.000.001 y 6.000.000 y, por último, ninguno de los encuestados está dispuesto a pagar más de \$6.000.000.

**¿Cuánto estaría dispuest@ a invertir para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar?**

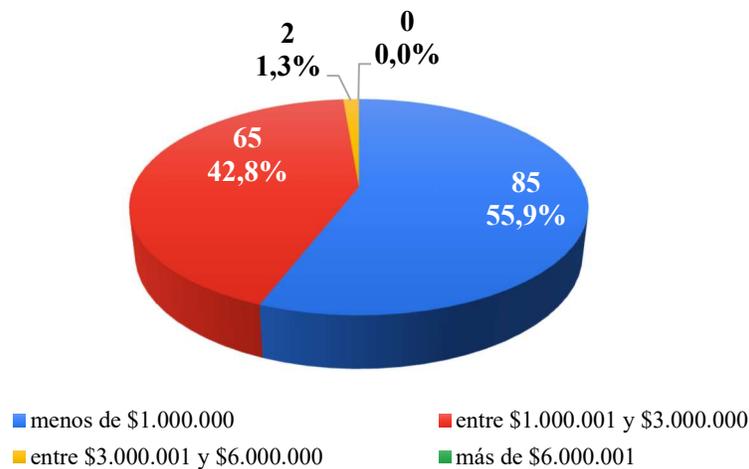


Gráfico 9. ¿Cuánto estaría dispuest@ a invertir para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar?

Teniendo en cuenta la distribución de público potencial de la Tabla 3, la distribución socioeconómica del Gráfico 8, considerando el porcentaje de inversión del 42,8% del Gráfico 9 debido a que es el más bajo de los dos porcentajes más concentrados y plateando un escenario conservador de intención de implementar el sistema de captación de agua lluvia del 1% se obtiene el público objetivo indicado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

El Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 -DANE encontró que en Medellín hay 892.151 conjuntos residenciales, los cuales no fueron tenidos en cuenta para este caso de estudio debido a que se debía tener en cuenta varios factores, como la disponibilidad de superficie de envolvente del edificio, el emplazamiento de la edificación, vientos, altura, cercanía de elementos naturales y artificiales del entorno los cuales no estaban dentro del alcance y el tiempo del desarrollo del proyecto.

## Proyección de ventas

Teniendo en cuenta el público objetivo se proyectaron ventas para un horizonte de 5 años. Se define de manera conservadora dividir el público objetivo en el horizonte de evaluación para determinar las ventas en el primer año, para los años posteriores se define un crecimiento del 5% (años 2 al 5).

*Tabla 4. Proyección de ventas*

<i>Estrato</i>	<i>Público objetivo</i>	<i>% público objetivo</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>
<i>Estrato 1</i>	6	1%	2	2	2	2	2
<i>Estrato 2</i>	123	16%	25	26	28	29	30
<i>Estrato 3</i>	462	62%	93	98	103	108	113
<i>Estrato 4</i>	109	15%	22	23	24	25	27
<i>Estrato 5</i>	48	6%	10	11	11	12	12
<i>Estrato 6</i>	3	0%	1	1	1	1	1
<i>Total</i>	<i>751</i>	<i>100%</i>	<i>153</i>	<i>161</i>	<i>169</i>	<i>177</i>	<i>186</i>

## Análisis 4P vs 4C

El marketing es el conjunto de herramientas que permite implementar estrategias para alcanzar objetivos específicos frente a un producto. Una de las estrategias que más se utiliza es la del marketing Mix, que es una herramienta que nos ayuda a conocer la mezcla de mercados desde el producto, precio, plaza y promoción del mismo. Sin embargo, este concepto ha evolucionado a un marketing social, lo que ahora conlleva a analizar cuatro pilares fundamentales que son el cliente, la comunicación, comodidad y coste.

## Mezcla de mercados

### *Producto: definición de sus usos y presentación*

Para la construcción e implementación del sistema de captación de agua lluvia se considera tres servicios que brinda la compañía, a continuación, se describe cada uno de ellos:

### **Diseño**

Con apoyo de personal técnico capacitado se realizan visitas al sitio donde se proyecta implementar el sistema de captación de agua lluvia con el fin de hacer el levantamiento de información necesario para el diseño, además de evidenciar la viabilidad de la instalación del sistema.

### **Montaje**

Con base al diseño elaborado se ofrece el servicio de construcción e implementación del sistema de captación de agua lluvia, suministrando los elementos necesarios para el sistema y su correcto funcionamiento.

**Captación:** Está constituida por el techo de la vivienda, es el componente más importante del sistema, por tal motivo es necesario evaluar la viabilidad técnica del techo del lugar donde se plantea implementar.

**Sistema de conducción:** Está integrado por las canaletas o tuberías que conducen el agua hasta el sistema de almacenamiento desde el techo.

**Almacenamiento:** Es el elemento donde se almacena el agua lluvia que ha sido captada para su posteriormente uso en las actividades diarias del hogar.

### **Mantenimiento**

Para asegurar el correcto funcionamiento y calidad del sistema de captación de agua lluvia es importante el mantenimiento y control semestral del sistema, para esto se ofrece un servicio opcional de limpieza. Este servicio se plantea de manera opcional debido a que la facilidad de la actividad hace que pueda ser realizada por el usuario que adquiere el sistema.

### ***Plaza: distribución***

La distribución de los sistemas de captación de agua lluvia se hará en función de la demanda del producto y será de manera directa a los usuarios que lo soliciten. Es importante indicar que para que esta distribución se dé, se debe realizar una buena estrategia de publicidad que permita dar a conocer el producto en el mercado.

### **Precio**

Para determinar el precio del sistema de captación de agua lluvia se deben cuantificar los elementos y actividades necesarias para la implementación de este. Si bien en la encuesta se evidenció que la mayoría de las personas están dispuestas a pagar menos de \$ 1.00.0000, al realizar el análisis técnico para la construcción del sistema se reflejó que el rango de precio está entre \$ 1.000.000 y \$ 3.000.000, es por esto que solo se considera el 43% de las personas encuestadas que fueron las que estuvieron de acuerdo con este valor.

A continuación, se mencionan los elementos, actividades y cantidades necesarias que, en promedio, se requieren para la construcción e implementación del sistema en una vivienda tradicional de Medellín; cabe destacar que la cantidad de algunos de los elementos como las tuberías y accesorios están sujetas a las condiciones de la vivienda, por lo tanto, las actividades e insumos pueden aumentar o disminuir.

|Tabla 5. Precio del sistema de captación estándar

<i>Ítem</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cant</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Valor total</i>
<i>Tanque (500L)</i>	<i>Un</i>	<i>1</i>	\$ 244.650,00	\$ 244.650
<i>Tubería Sanitaria</i>	<i>M</i>	<i>12</i>	\$ 22.150,00	\$ 265.800
<i>Accesorios Sanitarios</i>	<i>Un</i>	<i>8</i>	\$ 15.000,00	\$ 120.000
<i>Tubería Acueducto</i>	<i>M</i>	<i>6</i>	\$ 3.817,00	\$ 22.902
<i>Accesorios Acueducto</i>	<i>Un</i>	<i>5</i>	\$ 12.000,00	\$ 60.000
<i>Removedor + Soldadura + Estopa + Lija</i>	<i>Un</i>	<i>1</i>	\$ 41.800,00	\$ 41.800
<i>Llaves de paso</i>	<i>Un</i>	<i>3</i>	\$ 20.000,00	\$ 60.000
<i>Base metálica</i>	<i>Un</i>	<i>1</i>	\$ 350.000,00	\$ 350.000
<i>Oficial</i>	<i>Día</i>	<i>3</i>	\$ 59.899,00	\$ 179.697
<i>Ayudante</i>	<i>Día</i>	<i>3</i>	\$ 46.076,00	\$ 138.228
<i>Herramienta menor</i>	<i>Día</i>	<i>2</i>	\$ 5.299,00	\$ 10.598
<i>Transporte Materiales</i>	<i>Un</i>	<i>1</i>	\$ 70.000,00	\$ 70.000
<i>Acompañamiento</i>	<i>GL</i>	<i>1</i>	\$ 200.000,00	\$ 200.000
<b>Costo directo</b>				<b>\$ 1.763.675</b>
<b>Margen Contribución</b>				<b>30%</b>
<b>Valor de venta</b>				<b>\$ 2.523.781</b>

El precio de venta del sistema de captación de agua lluvia sería por un valor de **\$ 2.523.781**, este valor se ajusta a determinar el público objetivo.

### ***Estrategias de publicidad del producto***

El objetivo de la estrategia de publicidad para el sistema de captación de agua lluvia es dar a conocer el producto, sus beneficios y motivar su compra entre el público objetivo. La estrategia de publicidad se orienta en crear conciencia y sensibilización a las personas sobre el uso excesivo de agua potable en la ciudad de Medellín con el fin de aportar a la disminución del uso excesivo del agua en actividades donde no se requiere que sea potable, además de aprovechar esta intención en generar un ahorro económico para quien implemente el sistema. El marketing se realizará a través de redes sociales como Instagram, Facebook y WhatsApp dado que son herramientas que las personas consumen a diario en la ciudad de Medellín.

### **Presupuesto mezcla de mercados**

Para lograr llegar al público objetivo a través de redes sociales se plantean inversiones en el diseño de páginas web y digitales en las plataformas de Facebook e Instagram, además de implementar anuncios publicitarios que anuncian en las plataformas el sistema cuando las personas estén navegando. El costo estimado para lo anteriormente propuesto para el primer año es de:

*Tabla 6. Costos anuales en publicidad*

<b><i>Tarea</i></b>	<b><i>Precio Unitario</i></b>	<b><i>Unidad</i></b>	<b><i>Cantidad</i></b>	<b><i>Valor total</i></b>
<i>Creación y operación página web (incluye plataformas)</i>	\$ 1.000.000	GL	1	\$ 1.000.000
<i>Anuncios Instagram</i>	\$ 6.000	día	365	\$ 2.190.000
<i>Anuncios Facebook</i>	\$ 5.000	día	365	\$ 1.825.000
<b><i>Total</i></b>				<b>\$ 5.015.000</b>

La inversión para el diseño de la página web y páginas en redes sociales se realizará una sola vez, el valor de los anuncios publicitarios se pagará por el primer año de ventas con el fin de

tener un alcance estimado de visualizaciones entre 3300 - 8700 personas en Instagram y 675 – 2000 personas en Facebook.

Para analizar el marketing social de debe distinguir las necesidades y deseos del cliente para brindar un producto beneficioso para él, para esto se hizo uso de una encuesta en la ciudad de Medellín para conocer la opinión del consumidor frente el producto a ofrecer y que este estuviera dentro de sus capacidades de pago ofreciendo rentabilidad a largo plazo. Para diseñar la comunicación más asertiva con el cliente y atraiga a los mismos, se hará uso de las redes sociales que son fundamentales para crear este vínculo y establecer enlaces que los haga interactuar con el producto. Para el coste total de lo que implica la obtención del producto, se pensó desde los beneficios y comodidad del consumidor, dado que el cliente no tendrá que transportarse hasta ningún sitio para la compra del producto.

### **Concepto de viabilidad comercial**

De acuerdo al estudio de mercados realizado, se puede decir que el proyecto para la implementación de sistemas de captación de aguas lluvia es viable en la ciudad de Medellín, dado que se tiene un mercado que mostró alto interés en el producto, la mayoría de personas encuestadas (98,7%) indican que estarían dispuestas a invertir en este tipo de sistemas, además el precio promedio en el que se ofrecería, está dentro del rango el cual están dispuestos a pagar que es entre \$1.00.001 y \$3.000.000. El área comercial debe crear relaciones estables con el público objetivo, es decir conocer los gustos y deseos de los clientes para llegar fácilmente a la audiencia nueva y específica con el fin de hacer énfasis en el beneficio que se obtendrá con la implementación del sistema.

### **Estudio técnico**

#### **Ingeniería del proyecto**

##### ***Ficha técnica***

La siguiente es la ficha técnica del sistema de captación de agua lluvia:

*Tabla 7. Ficha técnica del producto*

<b>Ficha Técnica</b>	
<i>Nombre del producto</i>	Sistema de captación de agua lluvia
<i>Descripción del producto</i>	Sistema de captación que permite la captación y almacenamiento de agua lluvia con el fin de fomentar su uso en actividades donde no se requiere agua potable.
<i>Lugar de producción y procesamiento</i>	Medellín
<i>Vida útil estimada</i>	50 años
<i>Composición de materiales</i>	Tubería sanitaria y presión de PVC, tanque de polietileno,
<i>Mantenimiento</i>	Requiere mantenimiento cada 6 meses. El mantenimiento consiste en la limpieza de cada uno de los elementos que componen el sistema.
<i>Especificaciones generales</i>	Sistema de captación de agua lluvia con capacidad de almacenamiento en función del volumen de captación establecido en la fase de diseño.

En el Esquema 2 se identifican los elementos que componen el sistema de captación de agua lluvia, estos elementos son: la tubería sanitaria que permite conducir el agua captada desde el techo y recogida por las canaletas de este hasta el tanque de almacenamiento, el tanque de almacenamiento es el elemento que permite contener el agua captada y la tubería presión es la que permite suministrar el agua captada en el sistema.



*Esquema 2. Sistema de captación de agua lluvia (Tomado de [www.rotoplas.com.mx](http://www.rotoplas.com.mx))*

### ***Composición del sistema de captación de agua lluvia***

A continuación, se hace una breve descripción de los componentes que integran el sistema de captación de agua lluvia:

- **Captación**

Está constituida por el techo de la vivienda, es el componente más importante para la implementación del sistema, debido que permite captar el agua para que viaje de forma uniforme hacia las canaletas. El techo debe de ser de material impermeable y debe permitir el escurrimiento del agua hacia las canaletas.

Es importante indicar que el techo como componente de captación debe ser evaluado previamente a la implementación del sistema con el fin de establecer si es viable o no su construcción, en caso de no ser viable, se debe evaluar si puede modificarse con el fin de viabilizar la construcción del sistema.

- **Recolección y conducción**

Integrado por las canaletas y tuberías que conducen el agua lluvia hasta el sistema de almacenamiento. Tanto las canaletas como las tuberías se plantean en material PVC, este material es resistente y liviano, además tiene una vida útil de 50 años.

Para darle conducción al agua y las canaletas deben permanecer lo más limpias posibles con el fin de no tener suciedad en el agua captado u obstrucciones que generen fallos en el sistema, por ello es importante realizar mantenimientos periódicos.

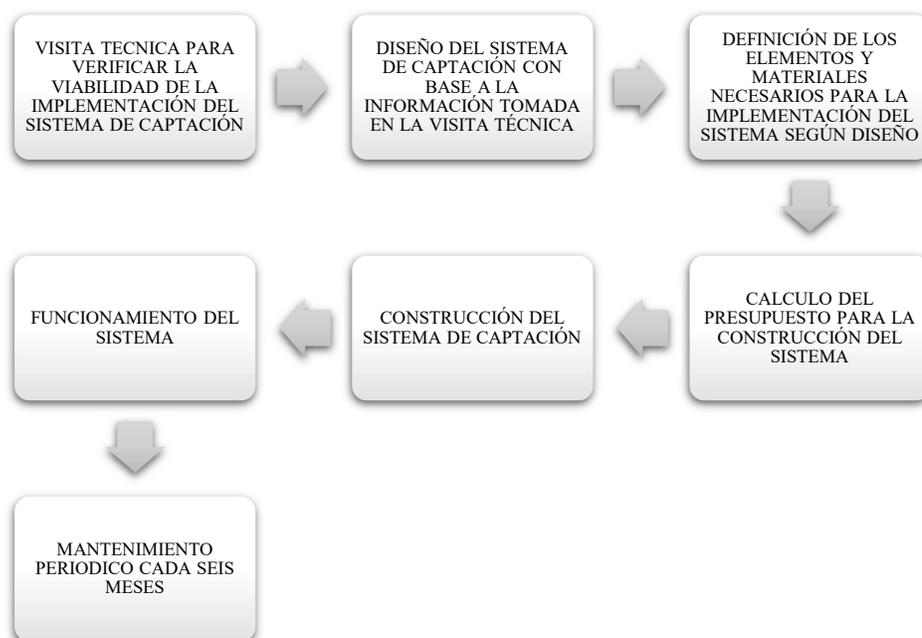
- **Almacenamiento**

Permite acumular el agua lluvia captada para posteriormente usarla en las actividades diarias. El tanque de almacenamiento debe ser perdurable en el tiempo, impermeable y resistente, debe estar cubierto para impedir el ingreso de polvo, insectos y cualquier tipo de contaminante que pueda alterar las condiciones del agua captada.

Al igual que las canaletas y tuberías, se plantea que el tanque sea de PVC por sus condiciones de resistencia, durabilidad y fácil manejo debido a lo liviano que puede ser, además se proyecta colocarlo sobre una base con altura que permita con facilidad usar el agua captada en su interior.

### Diagrama del proceso

En el Esquema 3 se plantea el diagrama de proceso de bloques para el diseño y construcción del sistema de captación de agua potable. Los procesos del diagrama parten desde la realización de la visita técnica al sitio interesado en implementar el sistema, en esta visita se realiza la validación de las condiciones del sitio con el fin de establecer la viabilidad técnica en la construcción del sistema, en caso de ser viable se procede al dimensionamiento del sitio con el objetivo de realizar el diseño del sistema.



*Esquema 3. Diagrama de procesos en bloque*

## Inversiones

A continuación, se muestra las inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto.

### *Presupuesto de inversiones acorde con la relación del tipo de maquinaria y equipo a emplear.*

En la *Tabla 8* se estiman los equipos necesarios para atender la necesidad de fabricación de los sistemas de captación de agua lluvia.

*Tabla 8. Presupuesto de maquinaria y equipos a implementar*

<i>Ítem</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cant</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Valor total</i>
Taladro percutor	Un	4	\$ 229.900	\$ 919.600
flexómetro	Un	10	\$ 20.900	\$ 209.000
Set de Brocas	Un	10	\$ 119.900	\$ 1.199.000
Pulidora	Un	4	\$ 159.900	\$ 639.600
Sierra de mesa	Un	2	\$ 3.000.000	\$ 6.000.000
<i>Total</i>				<b>\$ 8.967.200</b>

### *Presupuesto de inversiones acorde con la relación de muebles, enseres, equipos de oficina para la dotación de los puestos de trabajo del personal de administración y ventas.*

En la *Tabla 9* se estiman los muebles necesarios para dotar los puestos de trabajo de la empresa para el personal administrativo.

*Tabla 9. Dotación puestos de trabajo*

<i>Ítem</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cant</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Valor total</i>
<i>Sillas Giratorias</i>	<i>Un</i>	<i>6</i>	<i>\$ 149.900,00</i>	<i>\$ 899.400,00</i>
<i>Mesa cubículos</i>	<i>Un</i>	<i>1</i>	<i>\$ 960.000,00</i>	<i>\$ 960.000,00</i>
<i>Computadores</i>	<i>Un</i>	<i>6</i>	<i>\$ 1.899.900,00</i>	<i>\$ 11.399.400,00</i>
<i>Estanterías</i>	<i>Un</i>	<i>3</i>	<i>\$ 199.900,00</i>	<i>\$ 599.700,00</i>
<i>Impresora</i>	<i>Un</i>	<i>1</i>	<i>\$ 280.000,00</i>	<i>\$ 280.000,00</i>
<i>Total</i>				<i>\$ 14.138.500,00</i>

### *Presupuestos de salarios de administración y ventas.*

En la *Tabla 10* se muestran los salarios del personal administrativo y de ventas para la empresa encargada de construir sistemas de captación de agua lluvia.

ORGANIZAR ESPACIADOS

Tabla 10. Presupuestos de salarios de administración y ventas

<b>Cargo</b>	<b>Salario</b>	<b>Total</b>
<i>Gerente general</i>	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
<i>Profesional administrativo y financiero</i>	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
<i>Auxiliar administrativo</i>	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
<i>Profesional de diseño y construcción</i>	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
<i>Profesional de mercadeo</i>	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
<b>Total salario mensual</b>		\$ 12.000.000

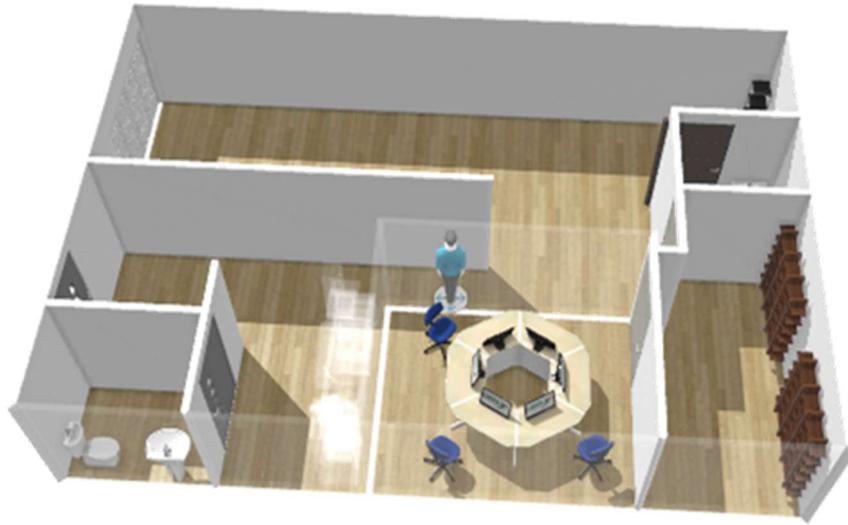
En la siguiente tabla se muestra el salario mensual y anual con prestaciones sociales que la empresa debe pagar al personal administrativo y de ventas.

Tabla 11. salario mensual y anual con prestaciones sociales

<b>Prestaciones sociales</b>	<b>Factor</b>	<b>Valor Total</b>
<i>Subsidio Tte.</i>	117.172	\$ 117.172
<i>cesantías</i>	8,33%	\$ 1.009.360
<i>Int cesantías</i>	1,00%	\$ 10.094
<i>Prima de servicios</i>	8,33%	\$ 1.009.360
<i>Vacaciones</i>	4,17%	\$ 500.400
<i>Salud</i>	8,50%	\$ 1.020.000
<i>Pensión</i>	12,00%	\$ 1.440.000
<i>A.R. L</i>	0,522%	\$ 62.640
<i>Caja compensación</i>	4,00%	\$ 480.000
<i>Sena</i>	2,00%	\$ 240.000
<i>ICBF</i>	3,00%	\$ 360.000
<i>Dotación aproximada</i>	5,00%	\$ 600.000
<i>Total prestaciones mensuales</i>		\$ 6.849.026
<i>Total salario más prestaciones mensuales</i>		\$ 18.849.026

### Esquema general de la distribución física de la organización

Se plantea para el funcionamiento de la empresa un sitio cuyas instalaciones permitan el funcionamiento administrativo y el acopio de los elementos y materiales necesarios para el diseño y construcción de los sistemas de captación.



*Esquema 4. Isométrico de las instalaciones del centro administrativo y de acopio de la empresa*

Las instalaciones planteadas están compuestas por:

Oficina administrativa y de diseño

Baños

Cocineta

Almacén 1: Espacio definido para el almacenamiento de herramientas, materiales y elementos pequeños (accesorios de tubería, soldadura, estopas, lijas, amarres, taladros, equipos de corte, etc.).

Almacén 2: Espacio definido para el almacenamiento de herramientas, materiales y elementos grandes (tubería, tanques, escalera, etc.).

Se estima un área necesaria de 86 metros cuadrados, debe ser en primer nivel con el fin de tener fácil acceso y tránsito de materiales y equipos.



*Esquema 5. Plano de las instalaciones del centro administrativo y de acopio de la empresa*

## **Localización y tamaño del proyecto**

### ***Localización***

El criterio principal para definir la ubicación del centro administrativo y de operaciones de la empresa es estar estratégicamente cerca al público objetivo, por tal motivo se considera la concentración de viviendas conectadas al sistema de acueducto de EPM por comuna y corregimiento, el porcentaje de viviendas que se encuentra dentro del déficit cuantitativo de materiales precarios por comuna y corregimiento.

En la Tabla 12 se relaciona cada una de las comunas y corregimientos de la ciudad de Medellín con el total de viviendas conectadas al sistema de acueducto de EPM, además se indica

el porcentaje viviendas que se encuentran dentro del déficit cuantitativo de materiales precarios (Contraloría General de Medellín, 2021). Por otra parte, en la tabla se indican las coordenadas X y Y de cada comuna y corregimiento, estos puntos corresponden a los centros de gravedad” de cada sector y son tomados mediante Google Earth como se aprecia en la Esquema 6; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

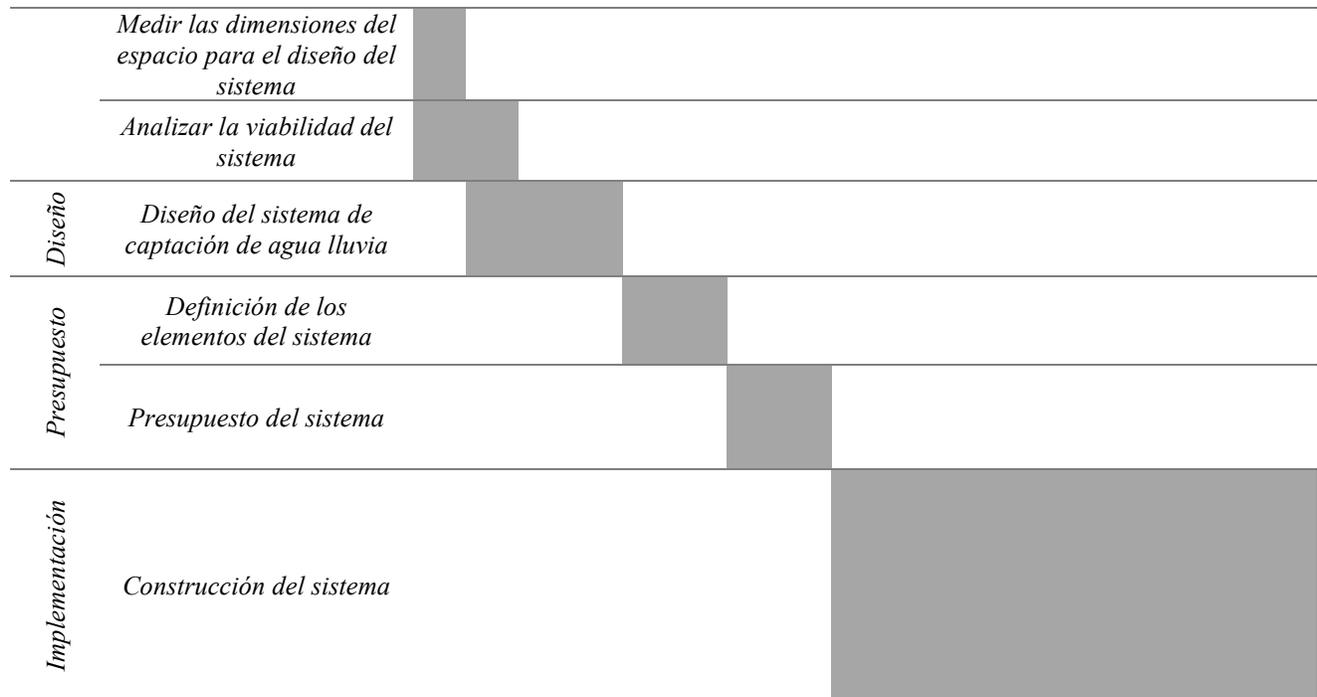
Tomando el total de viviendas de cada comuna y corregimiento, y descontando el porcentaje de viviendas en materiales precarios, se determina el porcentaje de participación de cada sector para así determinar las coordenadas U y V de cada uno. La sumatoria de estas coordenadas U y V determinan la ubicación más conveniente para el centro administrativo y de operación de la empresa.

*Tabla 12. Aplicación del método de Grilla*

#	Comuna / Corregimiento	X	Y	Total de viviendas	Materiales precarios	Total de viviendas cumplen	% Particip	U	V
1	Popular	-75,54	6,29	41.553	11,5%	36.774	5%	-3,47	0,29
2	Santa Cruz	-75,55	6,30	33.870	3,0%	32.854	4%	-3,10	0,26
3	Manrique	-75,55	6,27	53.613	19,2%	43.319	5%	-4,09	0,34
4	Aranjuez	-75,56	6,28	45.614	4,7%	43.470	5%	-4,11	0,34
5	Castilla	-75,57	6,29	39.877	1,4%	39.319	5%	-3,72	0,31
6	Doce de Octubre	-75,58	6,30	53.476	0,8%	53.048	7%	-5,01	0,42
7	Robledo	-75,59	6,28	64.397	6,3%	60.340	8%	-5,70	0,47
8	Villa Hermosa	-75,54	6,25	52.668	9,9%	47.454	6%	-4,48	0,37
9	Buenos Aires	-75,55	6,24	53.134	1,1%	52.550	7%	-4,97	0,41
10	La Candelaria	-75,57	6,25	31.465	0,0%	31.465	4%	-2,97	0,25
11	Laureles - Estadio	-75,59	6,25	46.056	0,8%	45.688	6%	-4,32	0,36
12	La América	-75,60	6,25	35.887	1,4%	35.385	4%	-3,35	0,28
13	San Javier	-75,62	6,26	53.035	3,8%	51.020	6%	-4,83	0,40
14	El Poblado	-75,57	6,20	47.916	0,3%	47.772	6%	-4,52	0,37
15	Guayabal	-75,58	6,21	22.479	0,3%	22.412	3%	-2,12	0,17
16	Belén	-75,60	6,22	75.089	1,4%	74.038	9%	-7,00	0,58
50	Palmitas	-75,69	6,34	1.550	2,2%	1.516	0%	-0,14	0,01
60	San Cristóbal	-75,63	6,28	33.911	7,7%	31.300	4%	-2,96	0,25
70	Altavista	-75,63	6,22	12.476	5,8%	11.752	1%	-1,11	0,09
80	San Antonio de Prado	-75,66	6,18	32.297	3,6%	31.134	4%	-2,95	0,24
90	Santa Elena	-75,50	6,21	7.774	11,2%	6.903	1%	-0,65	0,05
				838.137		799.512	100%	-75,58	6,26







Según el cronograma de la Tabla 13, el diseño, construcción e implementación de un sistema de agua lluvia tiene la duración de 15 días, es decir, se pueden llevar a cabo 2 sistemas por mes, esto equivale a 24 sistemas por año. Es importante indicar que la cantidad de 24 unidades por año puede aumentar según se la necesidad de atender la demanda del sistema por el público, esto se daría diseñando, construyendo e implementando sistema de manera paralela en función de la necesidad.

### Punto de equilibrio

En la Tabla 14 se muestran los datos de los gastos fijos, gastos variables por unidad y el precio de venta de los sistemas de captación de agua lluvia para el proyecto, esto con el fin de encontrar el punto de equilibrio, este nos muestra las cantidades mínimas que se deben vender por mes para no presentar pérdidas.

Tabla 14. Gastos mensuales fijos y variables de la empresa

Gasto	Concepto	Valor
<b>Gastos fijos</b>	Nomina	\$ 18.849.026,46

<b>Gasto</b>	<b>Concepto</b>		<b>Valor</b>
	Arrendamiento	\$	1.500.000,00
	servicios	\$	400.000,00
	internet	\$	100.000,00
	Papelería	\$	500.000,00
	<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>21.349.026,46</b>
	Tanque (500L)	\$	244.650,00
	Tubería Sanitaria	\$	22.150,00
	Accesorios Sanitarios	\$	15.000,00
	Tubería Acueducto	\$	3.817,00
	Accesorios Acueducto	\$	12.000,00
<b>Gastos variables</b>	Removedor + Soldadura + Estopa + Lija	\$	41.800,00
	Llaves de paso	\$	20.000,00
	Base metálica	\$	350.000,00
	Ayudante	\$	46.076,00
	Herramienta menor	\$	5.299,00
	Transporte Materiales	\$	50.000,00
	<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>810.792,00</b>
<b>Precio venta sistema</b>	<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>2.523.781,25</b>

Para hallar este punto de equilibrio se debe dividir los costos fijos totales entre el precio de venta y los costos variables como se muestra en la siguiente ecuación

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{precio de venta} - \text{costos variables}}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{21.349.026,46}{2.523.781,25 - 810.792,00}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = 12 \text{ sistemas por mes}$$

Se concluye entonces que para encontrar el punto de equilibrio es necesario vender 12 sistemas por mes.

## Concepto de viabilidad técnica

Para este caso de estudio, el sistema de captación de agua lluvia se concibe para reducir el uso de agua potable en actividades que no se requiere, esto se justifica desde la segmentación de la muestra realizada, dado que es posible instalarlo en viviendas que no cuenten con el servicio de acueducto, pero para el alcance del proyecto se considera como demanda el número de viviendas que cuentan con instalación de agua potable, esto como propuesta de contribución ambiental para disminuir el consumo de agua potable en actividades que no la requieran, adicionalmente se debe tener en cuenta que el sistema puede ser implementado en las viviendas que poseen una estructura física en condiciones no precarias, es por esto que se reduce la demanda en función del porcentaje de viviendas construidas en materiales precarios y lograr identificar una demanda potencial.

En función de la ubicación de las concentraciones de viviendas con instalaciones de acueducto de EPM en las diferentes comunas y corregimientos de Medellín se halló la localización recomendable para el centro administrativo y de acopio de la empresa. En esta localización según el método de grilla permite atender de forma consistente las demandas establecidas en las diferentes ubicaciones.

La implementación de los sistemas de captación de agua lluvia se realizará a solicitud de la comunidad o personas que estén interesadas en aprovechar el recurso pluvial para minimizar el uso de agua potable en sus domicilios.

El gobierno ha dirigido sus esfuerzos hacia la expedición de resoluciones y decretos que orienten y articulen la gestión del recurso hídrico hacia el logro de objetivos comunes, con el fin de hacer uso eficiente del mismo. Sin embargo, la aplicación de la legislación se ha visto afectada por factores que están relacionados con la falta de información existente y disponible, desconocimiento de las obligaciones ambientales por parte de las personas, no se fija por parte del gobierno objetivos y metas desde el área ambiental.

De acuerdo con el estudio técnico realizado se puede definir que este proyecto es técnicamente viable, dado que las características del sistema de captación de agua lluvia cumple con las especificaciones técnicas y su funcionalidad permite el aprovechamiento del agua captada en actividades que no requieren el uso de agua potable.

## **Estudio administrativo**

Con el estudio administrativo se pretende proponer (1) un sistema organizacional adecuado (2) que abarca una plataforma estratégica que incluye ...

planeación estratégica, el esquema ideal organizacional y los planes administrativos con los cuales se comenzará a operar el proyecto una vez se ponga en funcionamiento.

## **Direccionamiento estratégico**

### ***Filosofía de la empresa***

#### **Objeto social**

Somos una empresa colombiana dedicada al diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de captación de agua lluvia ajustable a cada necesidad, aprovechando una fuente que tenemos a disposición con el potencial de suplir en un buen porcentaje el consumo en ciertas actividades cotidianas que no requieren de agua potable en hogares.

#### **Valores**

Honestidad.

Confiabledad en el trato y cumplimiento.

Protección al medio ambiente.

Soluciones prácticas.

#### **Misión**

Brindar un mejor futuro a las nuevas generaciones, a través de soluciones prácticas enfocadas al cuidado del medio ambiente y del recurso hídrico.

## Visión

Ser una empresa eficiente, competente, generando siempre soluciones, que nos permita un continuo crecimiento en el campo de nuestra especialidad sustentadas en los criterios más avanzados e innovadores del sector.

## Objetivos Organizacionales

- Maximizar los ingresos anuales.
- Incrementar la participación en el mercado.
- Alcanzar las ganancias proyectadas.
- Generar un uso eficiente del agua.

## Matriz DOFA del proyecto

El en Esquema 8Esquema 9 se plantean las estrategias a implementar con el fin de minimizar los impactos de las amenazas y debilidades, y aprovechar las fortalezas y oportunidades.

<b>Matriz DOFA</b>	<b>Fortalezas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Facil implementación del sistema de captación</li> <li>•Uso eficiente y conservación del recurso hídrico</li> </ul>	<b>Debilidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Condiciones climaticas (Sequía)</li> <li>•Uso inadecuado del sistema de captación</li> </ul>
<b>Amenaza</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Optima prestación del servicio publico de acuedcto</li> <li>•Desinteres en la adquisición del sistema de captación</li> </ul>	<i>Estrategia FA</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Ofrecer el sistema de captación enfocados en el aprovechamiento y conservación del recurso hídrico</li> </ul>	<i>Estrategia DA</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Realizar campañas de concientización, ademas de capacitar sobre la implementación y uso del sistema de captación</li> </ul>
<b>Oportunidad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Poca competencia en el mercado</li> <li>•Ahorro en el pago del servicio publico de acueducto y alcantarillado del cliente</li> </ul>	<i>Estrategia FO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Realizar difusión de los beneficios que tiene la implementación del sistema</li> </ul>	<i>Estrategia DO</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cuantificar al cliente la proyección del ahorro en el pago de servicio publico de acueducto y acantarillado con el uso adecuado del sistema de captación</li> </ul>

Esquema 9. Matriz DOFA

## Organigrama

En el Esquema 10; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.;** **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se plantea la estructura organizacional lógica de un proyecto como lo plantea Sapag en el libro Preparación y Evaluación de Proyectos sexta edición.



*Esquema 10. Organigrama empresa*

### Aspectos legales para la constitución de una empresa

Son los elementos normativos, jurídicos o legales que se deben tener en cuenta para operar una empresa sin problemas. A continuación, se presentan los aspectos legales necesarios que se requieren para la constitución de la misma.

#### Constitución de la sociedad.

Es un contrato fundamental para definir las características de la empresa, para este caso se aplicará es la creación de una sociedad por acciones simplificada dado que su proceso de formación es de manera ágil y los accionistas pueden establecer las reglas de funcionamiento y tiene flexibilidad para adaptarse a las particularidades de cada negocio. Esta sociedad se podrá constituir con un documento privado, pero si la sociedad aporta bienes como inmuebles debe realizarse por escritura pública.

#### Legalización

Para la legalización de la empresa se deben seguir los siguientes pasos que se encuentran en el código de comercio.

- Verificar el nombre en la cámara de comercio.
- Elaborar el acta de constitución de la empresa.
- Adquirir el formulario de matrícula mercantil.
- Solicitar ante la DIAN el número de identificación tributaria (NIT)
- Solicitar el formulario único tributario (RUT) ante la DIAN.
- Tramites de seguridad laboral.
  - Afiliación a la aseguradora de riesgos profesionales (ARL).
  - Régimen de seguridad social (EPS).
  - Fondo de pensiones y cesantías.
  - Elaboración de contratos de trabajo.

### Estudio financiero

El objetivo del estudio financiero es analizar la rentabilidad del proyecto tomando como base los recursos económicos que se tienen, los ingresos, costos, gastos administrativos, gastos de venta, depreciaciones, amortizaciones entre otros; esta información nos permitirá analizar la viabilidad financiera del proyecto.

### Ventas y gastos proyectados

En el Estudio de mercados se identificó el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** con el fin de determinar la Proyección de ventas a 5 años de los sistemas de captación de agua lluvia, esta proyección fue hallada de manera conservadora y determina la venta de 275 sistemas de captación en el primer año, estando por encima de lo estimado en el punto de equilibrio 144. En la Tabla 15 se estiman las ventas anuales de los sistemas de captación y se considera un incremento en precio de venta con base en la inflación de los últimos meses del 2022.

*Tabla 15. Proyección de ventas y precios del sistema de captación*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ventas (unds)</b>		275	289	303	318	334
<b>Precios de venta</b>		\$ 2.523.781	\$ 2.776.159	\$ 3.026.014	\$ 3.268.095	\$ 3.529.542
<b>Incremento precio venta</b>			10%	9%	8%	8%
<b>Ventas (\$)</b>		\$ 694.039.775	\$ 801.615.940	\$ 917.449.443	\$ 1.040.387.669	\$ 1.179.799.617

Por otra parte, para la administración, construcción y comercialización de los sistemas de captación de agua lluvia es necesario estimar el costo y gasto para la producción y administración, para el componente de producción los valores se estiman del costo directo del sistema en la *Tabla 5. Precio del sistema de captación estándar* y para el componente de administrativo los valores se estiman de la *Tabla 10. Presupuestos de salarios de administración y ventas*, *Tabla 11. salario mensual y anual con prestaciones sociales* y la *Tabla 17. Costos y gastos para la producción y administración.*

*Tabla 16. Gastos fijos mensuales*

<b>Gastos fijos</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<i>Arrendamiento</i>	<i>mes</i>	<i>\$ 1.500.000</i>
<i>Servicios</i>	<i>mes</i>	<i>\$ 400.000</i>
<i>Internet</i>	<i>mes</i>	<i>\$ 100.000</i>
<i>Papelería</i>	<i>mes</i>	<i>\$ 500.000</i>
<b><i>Total mes</i></b>		<b><i>\$ 2.500.000</i></b>
<b><i>Total año</i></b>		<b><i>\$ 30.000.000</i></b>

En la *Tabla 17* se estiman los costos y gastos necesarios para la administración y fabricación de los sistemas de captación proyectados en cada uno de los años del horizonte de evaluación.

Tabla 17. Costos y gastos para la producción y administración

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>	\$ -	\$ 485.010.625	\$ 529.631.603	\$ 572.796.578	\$ 613.465.135	\$ 657.021.160
<i>Mano de obra</i>		\$ 142.429.375	\$ 155.532.878	\$ 168.208.807	\$ 180.151.632	\$ 192.942.398
<i>Materia prima</i>		\$ 320.416.800	\$ 349.895.146	\$ 378.411.600	\$ 405.278.824	\$ 434.053.620
<i>Equipos</i>		\$ 22.164.450	\$ 24.203.579	\$ 26.176.171	\$ 28.034.679	\$ 30.025.141
<i>Increm. Costos produc.</i>			4%	3%	2%	2%
<b>COSTOS Y GASTOS</b>	\$ -	\$ 256.188.318	\$ 266.435.850	\$ 274.428.926	\$ 279.917.504	\$ 285.515.854
<i>Salarios + prestaciones</i>		\$ 226.188.318	\$ 235.235.850	\$ 242.292.926	\$ 247.138.784	\$ 252.081.560
<i>Gastos fijos</i>		\$ 30.000.000	\$ 31.200.000	\$ 32.136.000	\$ 32.778.720	\$ 33.434.294
<i>Increm. Costos y gastos</i>			4%	3%	2%	2%

### Inversión Iniciales

Para el debido funcionamiento de la empresa se deben realizar inversiones iniciales en activos fijos y capital de trabajo necesarios para la fabricación de los sistemas y el funcionamiento de la empresa. Con relación para los equipos, la inversión estimada es de \$ 8.967.200 correspondientes a lo indicado en la *Tabla 8. Presupuesto de maquinaria y equipos a implementar*, mientras que para los muebles la inversión es de \$14.138.500 estimada en la *Tabla 9. Dotación puestos de trabajo*.

Por otra parte, para el capital de trabajo se plantean las siguientes consideraciones para la estimación de la inversión inicial que requiere:

1. **Caja menor:** Equivale a 80 días calculados a partir de la mano de obra operativa, 80 días de la materia prima y 80 días de los costos y gastos.
2. **Inventario:** Equivale a 60 días calculados con el costo de las materias primas.
3. **Cuentas por pagar:** Equivale a 30 días sobre el costo de las materias primas.
4. **Cuentas por cobrar:** 30 días de las ventas a crédito.
5. Se considera un año operativo de 360 días
6. El capital de trabajo para el año 0 es el 50% del capital de trabajo del año 1.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Tabla 18 se estima el capital de trabajo del horizonte de evaluación, incluyendo el capital de trabajo del año 0 y que corresponde a uno de los componentes de la inversión inicial.

*Tabla 18. Estimación Capital de Trabajo*

Capital de trabajo neto operativo - KTNO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<i>Caja</i>		\$ 159.785.443	\$ 171.525.305	\$ 182.455.407	\$ 192.299.547	\$ 202.780.416
<i>Inventario</i>		\$ 53.402.800	\$ 58.315.858	\$ 63.068.600	\$ 67.546.471	\$ 72.342.270
<i>Cuentas por cobrar</i>		\$ 46.269.318	\$ 53.441.063	\$ 61.163.296	\$ 69.359.178	\$ 78.653.308
<i>Cuentas por pagar</i>		\$ 26.701.400	\$ 29.157.929	\$ 31.534.300	\$ 33.773.235	\$ 36.171.135
<i>Ktno total</i>	\$ 116.378.081	\$ 232.756.161	\$ 254.124.297	\$ 275.153.003	\$ 295.431.960	\$ 317.604.859
<i>Variación ktno</i>	\$ 116.378.081	\$ 116.378.081	\$ 21.368.136	\$ 21.028.707	\$ 20.278.956	\$ 22.172.899
<i>Ktno año 0</i>	50%					

Así pues, la inversión inicial estimada es de \$ 150.106.329. En la Tabla 19 se aprecia la composición de esta inversión. Para cubrir el monto se plantea una financiación del 60% con aportes de los socios y el 40% restante con un préstamo bancario financiado en cinco cuotas iguales anuales en abono al capital de la deuda y con una tasa del 26,19% EA, en la Tabla 20 se visualiza el comportamiento de la amortización en el horizonte de evaluación.

*Tabla 19. Inversiones iniciales*

<b>INVERSIONES</b>	<b>Valor</b>
<i>Equipos</i>	\$ 8.967.200
<i>Muebles</i>	\$ 14.138.500
<i>Capital de trabajo</i>	\$ 116.378.081
<b>Total</b>	<b>\$ 139.483.781</b>

Tabla 20. Amortización del préstamo para la inversión inicial

<i>Tabla de amortización deuda</i>	<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>
<i>Saldo</i>	\$ 102.344.744	\$ 81.875.796	\$ 61.406.847	\$ 40.937.898	\$ 20.468.949	\$ -
<i>Intereses</i>		\$ 26.804.089	\$ 21.443.271	\$ 16.082.453	\$ 10.721.635	\$ 5.360.818
<i>Abono</i>		\$ 20.468.949	\$ 20.468.949	\$ 20.468.949	\$ 20.468.949	\$ 20.468.949
<i>Cuota</i>		\$ 47.273.037	\$ 41.912.220	\$ 36.551.402	\$ 31.190.584	\$ 25.829.767

Con relación a los activos fijos correspondientes a los equipos y muebles que se adquieren para la operación de la empresa, en la Tabla 21 se estima la depreciación de los elementos en función de su vida útil, para ambos se tiene una vida útil de 5 años.

Tabla 21. Depreciación equipos y muebles

<b>Depreciación</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<i>Equipos</i>		\$ 1.793.440	\$ 896.720	\$ 896.720	\$ 896.720	\$ 896.720
<i>Muebles</i>		\$ 2.827.700	\$ 2.827.700	\$ 2.827.700	\$ 2.827.700	\$ 2.827.700
<i>Total</i>		\$ 4.621.140	\$ 3.724.420	\$ 3.724.420	\$ 3.724.420	\$ 3.724.420

## Estado de Resultados

Teniendo en cuenta las estimaciones anteriores se realiza el estado de resultados con el objetivo de enfrentar los ingresos con los costos y gastos operativos para determinar el comportamiento de la utilidad de la empresa.

Tabla 22. Estado de resultados

Estado de resultados	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$ -	\$ 694.039.775	\$ 801.615.940	\$ 917.449.443	\$ 1.040.387.669	\$ 1.179.799.617
Costos y gastos	\$ -	\$ 741.198.943	\$ 796.067.453	\$ 847.225.504	\$ 893.382.639	\$ 942.537.014
Ebitda	\$ -	-\$ 47.159.168	\$ 5.548.487	\$ 70.223.940	\$ 147.005.030	\$ 237.262.602
Depre. y amor.	\$ -	\$ 4.621.140	\$ 3.724.420	\$ 3.724.420	\$ 3.724.420	\$ 3.724.420
Ebit = utilidad operativa	\$ -	-\$ 51.780.308	\$ 1.824.067	\$ 66.499.520	\$ 143.280.610	\$ 233.538.182
Gastos financieros	\$ -	\$ 26.804.089	\$ 21.443.271	\$ 16.082.453	\$ 10.721.635	\$ 5.360.818
Util. Antes impues.	\$ -	-\$ 78.584.396	-\$ 19.619.203	\$ 50.417.067	\$ 132.558.974	\$ 228.177.365
Impuestos <sup>1</sup>	\$ -	-\$ 27.504.539	-\$ 6.866.721	\$ 17.645.973	\$ 46.395.641	\$ 79.862.078
Utilidad neta	\$ -	-\$ 51.079.857	-\$ 12.752.482	\$ 32.771.093	\$ 86.163.333	\$ 148.315.287

En la Tabla 22 se evidencian los valores correspondientes a cada uno los componentes del estado de resultado, en ella es posible evidenciar que la utilidad neta de la empresa es negativa en los años de evaluación 1 y 2 indicando perdidas para estos periodos, mientras que para el año 3 se lograría el punto de equilibrio permitiendo percibir ganancias en la utilidad en este año y el en el 5.

### Calculo Tasa de Descuento

Para determinar la viabilidad del proyecto se procede con el cálculo del flujo de caja del inversionista y del proyecto, para ello es necesario contar con el CAMP y el WACC, el CAMP se calcula mediante la Ecuación 2.

*Ecuación 2. Calculo CAMP para la valoración de activos financieros*

$$CAMP = R_f + B(R_m - R_f)$$

Donde:

Rf: Tasa libre de riesgo, para este caso se usa el TES Colombia a 10 años.

B: Beta del activo

<sup>1</sup> Impuesto del 35%

R<sub>m</sub>: Rentabilidad del Mercado, para este caso se usa el índice COLCAP

La variable B, correspondiente al Beta del mercado, es calculada mediante la Ecuación 3.

*Ecuación 3. Calculo Beta del mercado*

$$B = B_D(1 + (1 - T)\left(\frac{D}{A}\right))$$

Donde:

B<sub>D</sub>: El Beta de Damodaran

T: Tasa de impuesto

D: Deudas

A: Aportes

Así entonces, con los datos de la Tabla 23 se calcula el Beta del mercado para para posteriormente calcular el CAMP con los valores de la Tabla 24.

*Tabla 23. Datos para el cálculo del Beta del mercado*

<b>B<sub>D</sub><sup>2</sup></b>	1,45
<b>Tasa de impuesto</b>	35%
<b>(D) Deuda</b>	\$ 110.927.344
<b>(A) Aporte</b>	\$ 166.391.015
<b>B</b>	<b>2,08</b>

*Tabla 24. Datos para el cálculo del CAMP*

<b>R<sub>f</sub><sup>3</sup></b>	<b>13,23%</b>
<b>B</b>	<b>2,08</b>
<b>R<sub>m</sub><sup>4</sup></b>	<b>12,3%</b>
<b>CAMP (COP)</b>	<b>11,44%</b>

Para el cálculo del WACC se aplica la Ecuación 4, es preciso indicar que la T<sub>credito</sub> es la tasa del préstamo bancario (26,19%). El WACC es igual a 13,65%.

<sup>2</sup> Beta por sector: Homebuilding (Construcción de vivienda). <https://pages.stern.nyu.edu/>

<sup>3</sup> TES Colombia a 10 años, Son títulos de deuda pública emitidos por la Tesorería General de la Nación

<sup>4</sup> Índice –COLCAP, índice bursátil de referencia de la Bolsa de Valores de Colombia

*Ecuación 4. Cálculo del WACC*

$$WACC = CAMP \left( \frac{\text{Aportes Socios}}{\text{Activos}} \right) + T_{\text{credito}}(1 - T) \left( \frac{\text{Deuda}}{\text{Activos}} \right)$$

**Flujos de caja**

Con ambas tasas de descuento, CAMP y WACC, se procede a realizar el flujo de caja. Con el CAMP se calcula el flujo de caja del inversionista (Tabla 25), además se determinan las variables que permiten definir la viabilidad financiera de la empresa (Tabla 26).

*Tabla 25. Flujo de caja - Inversionista*

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<i>Flujo de caja</i>	-\$ 153.517.117	-\$ 183.305.747	-\$ 50.865.147	-\$ 5.002.143	\$ 49.139.848	\$ 427.002.718
<i>VP FC</i>		-\$ 164.545.774	-\$ 40.986.573	-\$ 3.618.162	\$ 31.906.298	\$ 248.876.502
<i>VP FC acumulado</i>		-\$ 164.545.774	-\$ 205.532.346	-\$ 209.150.508	-\$ 177.244.211	\$ 71.632.291

*Tabla 26. Indicadores de viabilidad - Flujo del inversionista*

<b>Flujo caja (Inversionista)</b>	
<i>Tasa de descuento</i>	11,40%
<i>VPN</i>	-\$ 81.884.826
<i>TIR</i>	5%
<i>TIRM</i>	7,65%
<i>Relac. Benf./costo</i>	0,77

Por otra parte, con el WACC se calcula el flujo de caja libre (Tabla 27) y las variables de bondad (Tabla 28).

*Tabla 27. Flujo de caja - Libre*

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<i>Flujo de caja</i>	-\$ 255.861.861	-\$ 145.414.140	-\$ 16.458.072	\$ 25.920.401	\$ 76.577.860	\$ 450.956.199
<i>VP FC</i>		-\$ 127.949.045	-\$ 12.742.063	\$ 17.657.651	\$ 45.901.286	\$ 237.840.821
<i>VP FC acumulado</i>		-\$ 127.949.045	-\$	-\$ 123.033.457	-\$ 77.132.171	\$ 160.708.651
			140.691.108			

Tabla 28. Indicadores de viabilidad - Flujo libre

Flujo caja (Libre)	
<i>Tasa de descuento</i>	13,65%
<i>VPN</i>	-\$ 95.153.211
<i>TIR</i>	7%
<i>TIRM</i>	8,42%
<i>Relac. Benf. / costo</i>	0,752

### Viabilidad financiera

Con relación al estudio financiero realizado se tienen las siguientes conclusiones sobre la viabilidad financiera de la empresa en el horizonte de evaluación y condiciones planteadas:

- La utilidad neta calculada indica pérdidas entre los periodos 1 y 2, estas pérdidas son por el valor de \$ 51.079.857 en el año 1, siendo las más altas, mientras que en el año 2 se proyectan de \$ 12.752.482 evidenciando una tendencia a disminuir entre estos periodos (1 y 2).
- Para los periodos 3, 4 y 5, la utilidad neta es positiva, en el primer periodo se proyectan ganancias de \$ 32.771.093, para el segundo de \$ 86.163.333 y para el ultimo \$ 148.315.287, comparando estos periodos es posible apreciar una tendencia al aumento de las ganancias determinando lograr el punto de equilibrio.
- El valor presente neto – VPN calculado es menor a cero, lo que indica que en las condiciones planteadas la empresa no es viable financieramente, la inversión no se estaría recuperando dentro del horizonte de evaluación.
- Con relación a la tasa interna de retorno, para ambos flujos de caja, inversionista y libre, se tienen TIR y TIRM inferiores a las tasas de descuento indicando que no sería rentable dentro del horizonte evaluado.
- Para la relación costo beneficio, en el caso del flujo de caja del inversionista, se tiene que por cada peso invertido se obtiene solo 0,77 pesos de beneficio, es decir se tiene una pérdida de 0,23 pesos en cada peso de inversión. Por otra parte, para el flujo de caja libre, se tiene que por cada peso invertido se obtiene 0,75 pesos de beneficio, es decir, se tienen pérdidas de 0,25 pesos.

- Se deben analizar las variables que fueron tenidas en cuenta para este análisis con el objetivo de determinar cuáles son las más convenientes para viabilizar financieramente la empresa.

## Estudio de riesgo

El estudio de riesgos se realizará con el fin de determinar cuáles son los riesgos y/o amenazas relevantes para el proyecto, para esto utilizaremos los parámetros según el Project Management Institute (PMI).

1). Identificar los riesgos que pueden afectar el proyecto.

- Cambio climático (sequia).
- Estimación errada de los recursos.
- Alza en el precio de los insumos.
- Desinterés por parte de la comunidad de adquirir el sistema.

2). Con los riesgos identificados se procede a determinar los aspectos para evaluarlos.

- Evaluación de probabilidad e impacto.
- Probabilidad de ocurrencia.
- Incidencia en la puesta en marcha del proyecto.

3). Matriz de riesgo

La matriz de riesgos sirve para evaluar la probabilidad e impacto del riesgo durante el proceso de construcción del proyecto.

*Tabla 29. Matriz de riesgo*

		PROBABILIDAD		
		Improbable	Posible	Probable
IMPACTO	Critico	3	6	8

<b>Moderado</b>	2	4	6
<b>Despreciable</b>	1	2	3

Donde el valor de:

1-2: Es bajo

3-4: Es medio

6-9: Es alto

Teniendo los parámetros anteriormente mencionados, se realiza el análisis de los riesgos del proyecto para la construcción de un sistema de captación de agua lluvia.

*Tabla 30. Análisis de riesgo*

Riesgo	Categoría	Probabilidad	Impacto	Severidad	
<b>Cambio climático (sequia)</b>	Natural	1	4	4	Medio
<b>Estimación de los recursos</b>	Financiero	1	3	3	
<b>Alza en el precio de los insumos</b>	Financiero	4	6	6	Alto
<b>desinterés por parte de la comunidad de adquirir el sistema</b>	Humano	2	6	6	

Evaluando los riesgos del proyecto se tiene con mayor probabilidad de ocurrencia el alza en los precios de los insumos dado que Colombia al tener una economía emergente, depende directamente de las transacciones realizadas por las potencias y se ve obligada a actuar de acuerdo con las variaciones dentro del mercado internacional, por esta razón una devaluación del 10,7% del peso frente al dólar en el último año se convierte cada vez más en un escenario crítico.

El hecho de que Colombia importa el 90% de los insumos para la fabricación de elementos en polietileno, y teniendo en cuenta que la construcción de sistemas de captación de agua lluvia requiere de estos elementos, obligaría a un aumento al precio final de los sistemas de captación, debido al alza del dólar frente al peso colombiano. Una forma de mitigar el aumento del precio final sería absorbiendo ese aumento en la utilidad, lo que no sería viable para la empresa.

Por otra parte, el desinterés por parte de la comunidad para adquirir el sistema también se calificó con una probabilidad alta debido a que la ciudad de Medellín cuenta con un buen servicio de acueducto y los estratos más bajos al ser subsidiados y de menores ingresos no tienen un interés similar al de los estratos altos, quienes tienen mejores ingresos, para mitigarlo se realizará concientización sobre el uso adecuado y razonable del agua a través de redes sociales.

### **Componente Económico – Social**

La comercialización e implementación de los sistemas de captación de agua lluvia tiene un impacto importante sobre las personas y comunidades que lo adquieran, el uso del sistema en el ámbito cotidiano hace posible mediante una adecuada implementación ahorrar dinero en el pago de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, permitiendo que los recursos ahorrados puedan ser destinados para el pago de otras necesidades básicas y mejorando así el bienestar de los hogares.

Para determinar el ahorro que se genera al implementar el sistema de captación de agua lluvia se identifican las tarifas y consumos de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado para cuantificar el ahorro, en el caso de las tarifas, en la ciudad de Medellín se tienen establecidas por parte de EPM, empresa prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, las tarifas para ambos servicios. Es importante indicar que si bien es EPM quien fija las tarifas de los servicios de agua potable y alcantarillado, estos valores se establecen según lo indicado por la Resolución CRA 117 de 1999 (EPM, 2022) y lo establecido en el caso de la ciudad de Medellín por el Acuerdo 060 de 2017 (Concejo de Medellín, 2017), este último *“establece los factores para el otorgamiento de subsidios y el cobro de contribuciones en las tarifas de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en el Municipio de Medellín para las vigencias fiscales 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022”*, en la Tabla 31 se tienen las tarifas definidas por EPM para los servicios de agua potable y alcantarillado (EPM, 2022).

Tabla 31. Tarifas mes de noviembre de 2022 de acueducto y alcantarillado.

Estrato	Acueducto			Alcantarillado			Subsidio / Contrib. <sup>5</sup>
	Cargo fijo (\$/instalación)	Cargo por consumo (\$/m <sup>3</sup> )		Cargo fijo (\$/instalación)	Cargo por consumo (\$/m <sup>3</sup> )		
		0 -13 m <sup>3</sup>	> 13 m <sup>3</sup>		0 -13 m <sup>3</sup>	> 13 m <sup>3</sup>	
<i>Estrato 1</i>	3.105,24	1.568,00	3.919,99	1.785,92	1.227,52	3.068,79	66%
<i>Estrato 2</i>	4.657,85	2.351,99	3.919,99	2.678,87	1.841,27	3.068,79	40%
<i>Estrato 3</i>	6.792,70	3.429,99	3.919,99	3.906,69	2.685,19	3.068,79	15%
<i>Estrato 4</i>	7.763,09	3.919,99	3.919,99	4.464,79	3.068,79	3.068,79	-
<i>Estrato 5</i>	11.644,64	5.879,99	5.879,99	6.697,19	4.603,19	4.603,19	50%
<i>Estrato 6</i>	12.420,94	6.271,98	6.271,98	7.143,66	4.910,06	4.910,06	60%

Por otra parte, con relación al consumo de los servicios de acueducto y alcantarillado, se debe tener en cuenta que la medición del servicio de alcantarillado según la Resolución 151 de 2001 se define como único medio para realizar la facturación del servicio es mediante la medición efectuada por concepto de acueducto (Comisión de Regulación e Agua Potable y Saneamiento Básico), así entonces según el informe de calidad de vida de la ciudad de Medellín (Medellín Cómo Vamos, 2018), se tiene un consumo promedio por estrato socioeconómico de 12,1 m<sup>3</sup> por mes tanto para acueducto como para alcantarillado, en la Tabla 32 se indican los consumos para los servicios de acueducto y alcantarillado por estrato socioeconómico, además del consumo ahorrado en cada uno de los servicios, teniendo en cuenta que el 77% del consumo mensual de agua potable se da para actividades donde no se requiere que sea potable (Hugues, 2019).

Tabla 32. Consumo mensual de acueducto y alcantarillado, y ahorrado en cada servicio con la implementación del sistema

Estrato	Consumo m <sup>3</sup> /conexión/mes		
	Acueducto	Alcantarillado	Ahorro (77%)
<i>Estrato 1</i>	10,20	10,20	7,85
<i>Estrato 2</i>	11,50	11,50	8,86
<i>Estrato 3</i>	11,60	11,60	8,93
<i>Estrato 4</i>	11,70	11,70	9,01
<i>Estrato 5</i>	12,30	12,30	9,47
<i>Estrato 6</i>	15,10	15,10	11,63

<sup>5</sup> El porcentaje de subsidio para los estratos 1 y 3 fueron modificados mediante el acuerdo 049 de 2021

Teniendo en cuenta las tarifas indicadas en la Tabla 31 y los consumos de la Tabla 32 se calcula el pago mensual de acueducto y alcantarillado, en la Tabla 33 se indica la estimación del pago mensual por los servicios de agua en una vivienda de Medellín según el estrato socioeconómico.

*Tabla 33. Pago mensual estimado por el servicio de acueducto y alcantarillado sin la implementación del sistema*

<b>Estrato</b>	<b>Pago \$/mes</b>		
	<b>Acueducto</b>	<b>Alcantarillado</b>	<b>Total</b>
<b><i>Estrato 1</i></b>	<i>19.098,84</i>	<i>14.306,62</i>	<i>33.405,46</i>
<b><i>Estrato 2</i></b>	<i>31.705,74</i>	<i>23.853,48</i>	<i>55.559,21</i>
<b><i>Estrato 3</i></b>	<i>46.580,58</i>	<i>35.054,89</i>	<i>81.635,48</i>
<b><i>Estrato 4</i></b>	<i>53.626,97</i>	<i>40.369,63</i>	<i>93.996,61</i>
<b><i>Estrato 5</i></b>	<i>83.968,52</i>	<i>63.316,43</i>	<i>147.284,94</i>
<b><i>Estrato 6</i></b>	<i>107.127,84</i>	<i>81.285,57</i>	<i>188.413,40</i>

En la Tabla 34 se plantea el pago mensual de los servicios de acueducto y alcantarillado cuando se implementa el sistema de captación de agua lluvia, estos pagos son considerando un ahorro del 77% en el consumo de agua potable.

*Tabla 34. Pago mensual estimado por el servicio de acueducto y alcantarillado con la implementación del sistema*

<b>Estrato</b>	<b>Pago \$/mes</b>		
	<b>Acueducto</b>	<b>Alcantarillado</b>	<b>TOTAL</b>
<b><i>Estrato 1</i></b>	<i>6.783,77</i>	<i>4.665,68</i>	<i>11.449,45</i>
<b><i>Estrato 2</i></b>	<i>10.878,86</i>	<i>7.549,03</i>	<i>18.427,89</i>
<b><i>Estrato 3</i></b>	<i>15.943,91</i>	<i>11.070,78</i>	<i>27.014,69</i>
<b><i>Estrato 4</i></b>	<i>18.311,78</i>	<i>12.722,90</i>	<i>31.034,69</i>
<b><i>Estrato 5</i></b>	<i>28.279,13</i>	<i>19.719,61</i>	<i>47.998,75</i>
<b><i>Estrato 6</i></b>	<i>34.203,53</i>	<i>24.196,30</i>	<i>58.399,82</i>

Como resultado se tiene la Tabla 35 con el ahorro estimado para cada estrato socioeconómico mensual y anual<sup>6</sup>, estos serían los montos que podrían ser usados por las familias en otros gastos de necesidad básica.

*Tabla 35. Ahorro en el pago de acueducto y alcantarillado con la implementación del sistema*

<b>Estrato</b>	<b>Ahorro mes</b>	<b>Ahorro año</b>	<b>% Ahorro</b>
Estrato 1	\$ 21.956,01	\$ 197.604,13	66%
Estrato 2	\$ 37.131,32	\$ 334.181,86	67%
Estrato 3	\$ 54.620,79	\$ 491.587,09	67%
Estrato 4	\$ 62.961,92	\$ 566.657,27	67%
Estrato 5	\$ 99.286,20	\$ 893.575,78	67%
Estrato 6	\$ 130.013,58	\$ 1.170.122,21	69%

En conclusión, se tiene que la implementación del sistema de captación de agua lluvia en un hogar de Medellín genera un beneficio económico que se ve reflejado en el ahorro del pago de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado debido a la reducción en el consumo de agua potable. Se estima que el ahorro anual puede estar entre \$ 197.604 y \$ 1.170.122, su variación se da según el estrato socioeconómico y el consumo que se tenga mensual.

Con relación a lo social, se puede cuantificar el numero potencial de hogares que pueden implementar el sistema de captación de agua lluvia para su beneficio. En el capítulo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se estimó en la *Tabla 3. Proyección del mercado potencial para la implementación del sistema* con base al número de hogares conectados al sistema de acueducto de EPM y el porcentaje de viviendas que están en condiciones físicas aptas para la implementación del sistema, en la Tabla 36 se estiman los hogares que pueden implementar el sistema de captación de agua lluvia y el beneficio económico mensual y anual de estas comunidades.

<sup>6</sup> Teniendo en cuenta que según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, para la ciudad de Medellín, según los valores medios multianuales de precipitación total se tienen 3 meses (dic – ene – feb) con precipitaciones más bajas que los demás.

*Tabla 36. Estimado de hogares y beneficio económico al implementar el sistema*

<b>Estrato</b>	<b>Viviendas aptas 2022</b>	<b>Ahorro mes</b>	<b>Ahorro año</b>
<b>Estrato 1</b>	60.751	\$ 1.333.841.984	\$ 12.004.577.857
<b>Estrato 2</b>	164.969	\$ 6.125.531.873	\$ 55.129.786.860
<b>Estrato 3</b>	233.052	\$ 12.729.485.881	\$ 114.565.372.931
<b>Estrato 4</b>	95.054	\$ 5.984.770.199	\$ 53.862.931.787
<b>Estrato 5</b>	69.828	\$ 6.932.988.972	\$ 62.396.900.751
<b>Estrato 6</b>	34.914	\$ 4.539.315.283	\$ 40.853.837.550
<b>TOTAL</b>	<b>658.568</b>	<b>\$ 37.645.934.193</b>	<b>\$ 338.813.407.736</b>

Teniendo en cuenta lo anterior se concluye que 658.568 hogares pueden beneficiarse de la implementación del sistema de captación de agua, según los Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (DANE, 2022) en la ciudad de Medellín los hogares están compuestos por un promedio de 3 personas, lo que indica que una posible implementación del sistema en los hogares aptos beneficiaría a un total 1.975.705 de habitantes. Los beneficios económicos de estos habitantes se estiman en un ahorro anual de \$ 338.813.407.736 que pueden ser usados en otros gastos básicos.

### **Bibliografía**

Água, S. I. (6 de junio de 2006). Obtenido de [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/BALLEN%20et%20al.%202006.%20Historia%20de%20los%20sist%20de%20aprovechamiento%20agua%20lluvia.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BALLEN%20et%20al.%202006.%20Historia%20de%20los%20sist%20de%20aprovechamiento%20agua%20lluvia.pdf)

- Aguae Fundacion. (2022). *Cómo afecta el cambio climático al ciclo del agua*. Obtenido de fundacionaguae.org: [https://www.fundacionaguae.org/cambio-climatico-agua/amp/?gclid=Cj0KCQjwhY-aBhCUARIsALNIC04QTSko\\_fVMIxqQGszPvVniiyP2dbJqnw19M-VmWy6hBPpuk1Tdhp8aAsK5EALw\\_wcB](https://www.fundacionaguae.org/cambio-climatico-agua/amp/?gclid=Cj0KCQjwhY-aBhCUARIsALNIC04QTSko_fVMIxqQGszPvVniiyP2dbJqnw19M-VmWy6hBPpuk1Tdhp8aAsK5EALw_wcB)
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 333-338.
- Área metropolitana del Valle de Aburrá. (2022). Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Paginas/instrumentos-de-comando-y-control/programa-de-uso-eficiente-y-racional-del-agua.aspx>
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos* (Séptima ed.). Obtenido de [https://uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG\\_.pdf](https://uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG_.pdf)
- Comisión de Regulación e Agua Potable y Saneamiento Básico. (s.f.). *Normas CRA*. Obtenido de [https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion\\_cra\\_0151\\_2001.htm](https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0151_2001.htm)
- Concejo de Medellín. (2017). Acuerdo 029 de 2017. Obtenido de [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/A\\_CONMED\\_0060\\_2017.htm?resaltar=ACUEDUCTO+2017](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/A_CONMED_0060_2017.htm?resaltar=ACUEDUCTO+2017)
- Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 23 de 1997. *por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua*.
- Contraloría General de Medellín. (2021). *Estado anual de los recursos naturales y del medio ambiente del Municipio de Medellín Vigencia 2020*.
- DANE. (2022). *Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. Obtenido de Dane.gov.co: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190709-CNPV-presentacion-medellin.pdf>
- El Colombiano . (2016). *Medellín pasó de los 1.300 edificios de gran altura*. Obtenido de [elcolombiano.com](http://elcolombiano.com).
- (s.f.). *El impacto del agua en la economía*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/opinion/maryluz-mejia-de-pumarejo/el-impacto-del-agua-en-la-economia-531011>

- EPM. (2022). *Tarifas Aguas*. Obtenido de EPM:  
<https://cu.epm.com.co/clientesyusuarios/aguas/tarifas-aguas>
- EPM. (2022). *Tarifas Aguas*. Obtenido de EPM:  
[https://cu.epm.com.co/Portals/clientes\\_y\\_usuarios/clientes-y-usuarios/aguas/Tarifas/2022/11%20Tarifas\\_Aguas\\_Fact\\_NOV\\_2022.pdf?ver=4HmWH\\_pGFkA1B82fL3Gguw%3d%3d](https://cu.epm.com.co/Portals/clientes_y_usuarios/clientes-y-usuarios/aguas/Tarifas/2022/11%20Tarifas_Aguas_Fact_NOV_2022.pdf?ver=4HmWH_pGFkA1B82fL3Gguw%3d%3d)
- (2006). *Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia*. Obtenido de  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/BALLEN%20et%20al.%202006.%20Historia%20de%20los%20sist%20de%20aprovechamiento%20agua%20lluvia.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BALLEN%20et%20al.%202006.%20Historia%20de%20los%20sist%20de%20aprovechamiento%20agua%20lluvia.pdf)
- Hugues, R. E. (2019). La captación del agua como solución en el pasado y el presente. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382019000200125](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000200125)
- Medellín Ciudad Innovadora, logros y retos para aportar una política de desarrollo productivo nacional*. (2021). Obtenido de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/18408.pdf>
- Medellín Cómo Vamos. (2018). *Informe de Calidad de Vida de Medellín*. Medellín.
- Novak, D. &. (2014). *Designing Rainwater Harvesting Systems: Integrating Rainwater into Building Systems*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=712372&lang=es&site=eds-live>
- ONU. (s.f.). *La escasez de agua*. Obtenido de <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. Obtenido de un.org:  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. (2010). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>
- Presidencia de la República de Colombia. (1974). Decreto 2811 de 1974. *Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*.
- Presidencia de la República de Colombia. (1978). Decreto 1541 de 1978. *Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973*.

Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2016: agua y empleo*. Obtenido de

unesdoc.unesco.org/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach\_import\_b0659d41-3f18-4af1-9cce-961ba1be491b?\_=244103spa.pdf&to=164&from=1

QuestionPro. (s.f.). *QuestionPro*. Obtenido de ¿Cómo determinar el tamaño de la muestra de una investigación de mercados?: <https://www.questionpro.com/blog/es/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra/>

## Anexos

### Estructura Encuesta

#### Encuesta Sistemas de Captación de Agua Lluvia

¡Hola!

Somos un par de estudiantes de la Especialización en Evaluación Socioeconómica de Proyectos de la Universidad de Antioquia, en relación a nuestra monografía de grado planteamos un proyecto para la construcción y comercialización de sistemas de captación de agua lluvia. Agradecemos su disposición para brindarnos parte de su tiempo y responder las siguientes preguntas que servirán como recurso para el estudio de mercado.

¿Le interesaría ahorrar dinero en el pago de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado?

- Sí
- No

¿Le interesaría captar agua lluvia para usarla en actividades donde no se requiera el uso de agua potable?

- Sí
- No

¿Su vivienda se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín?

- Sí
- No

¿Su vivienda cuenta con el servicio público de agua potable y alcantarillado?

- Sí
- No

¿Su vivienda tiene que estrato socioeconómico?

- Estrato 1
- Estrato 2
- Estrato 3
- Estrato 4
- Estrato 5
- Estrato 6

¿Cuánto estaría dispuest@ a invertir para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar?

- menos de \$1.000.000
- entre \$1.000.001 y \$3.000.000
- entre \$3.000.001 y \$6.000.000
- más de \$6.000.001