

**Estudio de viabilidad para la comercialización de un sistema de aprovechamiento del agua
lluvia en los hogares de Manizales y Villamaría**

Juan Sebastián Sánchez Lezama

Universidad Nacional abierta y a distancia – UNAD

ECBTI Dosquebradas

Ingeniería industrial

Manizales, Caldas

2022

**Estudio de viabilidad para la comercialización de un sistema de aprovechamiento del agua
lluvia en los hogares de Manizales y Villamaría**

Juan Sebastián Sánchez Lezama

Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero industrial

Tutor

Dr. Edgar Andrés Villabón Aldana

Director

Hector Andrés Bucheli López

Universidad Nacional abierta y a distancia

ECBTI Dosquebradas

Ingeniería industrial

Manizales, Caldas

2022

Dedicatoria

Todos mis esfuerzos para realizar este proyecto son dedicados primera mente a Dios quien me dio la fortaleza y la calma para superar todas las dificultades y culminar con éxito este trabajo de grado, a mi madre quien me motivó a realizar mis estudios desde un principio y me ha brindado

todo su amor incondicional para ser una mejor persona día a día.

A mi esposa e hijos por su paciencia en todo el tiempo que dejé de compartir con ellos para realizar este proyecto, son mi gran motivación para salir adelante y por quienes deseo dar lo

mejor de mí en cada momento.

A mi hijo Anthony quien veo crecer día a día desde su nacimiento y merece recibir de mí la

mejor formación y ejemplo para que sea un gran ser humano.

Agradecimientos

A la universidad Nacional abierta y a distancia y su equipo de tutores por sembrar en mí una semilla de ética y conocimientos para utilizarlos al servicio de la comunidad, son grandes ejemplares para un mejor país.

A mi asesor de grado doctor Edgar Andrés Villabón quien me enseñó y brindo su conocimiento para alimentar día a día este proyecto, gracias a su gestión y paciencia el trabajo de grado tomo un gran sentido y pude culminar con este paso tan importante para mi vida.

Tabla de Contenido

Dedicatoria.....	3
Agradecimientos	4
Tabla de Contenido.....	5
Lista de Tablas	7
Lista de Figuras.....	9
Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción	12
Antecedentes	14
Descripción del Problema.....	17
Justificación	19
Objetivos.....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
Estado del Arte.....	22
Marco Teórico.....	24
Marco Legal	29
Metodología.....	30
Segmentación de Mercado.....	30
Caracterización Clientes Potenciales y Servidores	32
Propuesta de Valor.....	35
Recursos Necesarios para el Diseño y Funcionamiento del Sistema.....	38

Desarrollo Criterios de Diseño y Viabilidad Técnica del Sistema	47
Precipitación Promedio Mensual – Oferta.....	47
Demanda Mensual por Tipo de Usuario	49
Oferta de Agua al Mercado, Capacidad del Sistema	53
Viabilidad Económica del Proyecto de Emprendimiento.....	58
Costeo de Producto	58
Viabilidad Comercial y Aceptación de Propuesta en la Población.....	64
Tamaño de Muestra para Encuesta	65
Diseño y Puesta en Marcha de Encuesta.....	67
Resultado de Encuesta	69
Representación de Ahorro en Clientes.....	75
Seguridad del Agua Suministrada por el Sistema.....	78
Conclusiones.....	80
Referencias Bibliográficas	82

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Empresas inscritas en la actividad económica CIU 3600 “captación, tratamiento y distribución de agua.</i>	31
Tabla 2 <i>Características de clientes potenciales.</i>	33
Tabla 3 <i>Sección 1 captación, precio unitario insumos.</i>	40
Tabla 4 <i>Sección 2 conducción, precio unitario insumos.</i>	41
Tabla 5 <i>Sección 3 Filtración primeras aguas, precio unitario insumos.</i>	42
Tabla 6 <i>Sección 4 Almacenamiento precio unitario insumos.</i>	44
Tabla 7 <i>Sección 5, Distribución final precio unitario insumos.</i>	45
Tabla 8 <i>Sección 6, transporte y mantenimiento, precios calculados.</i>	45
Tabla 9 <i>Sección 7, costo mano obra con prestaciones sociales.</i>	46
Tabla 10 <i>Sección 7, costo mano obra instalación sistema con seguridad social.</i>	47
Tabla 11 <i>Oferta de lluvia promedio mensual en 59 años Manizales Caldas.</i>	49
Tabla 12 <i>Promedio consumo agua acueducto por hogar Manizales y Villamaría en 3 años. ...</i>	50
Tabla 13 <i>Consumo promedio agua del acueducto litro/habitante/día para estimar demanda. .</i>	51
Tabla 14 <i>Demanda mensual promedio por número de usuarios en un hogar.</i>	53
Tabla 15 <i>Área del tejado en metros cuadrados para captación agua lluvia según tipo de cliente.</i>	54
Tabla 16 <i>Área final tejado para captación y cantidad de tejas necesarias.</i>	55
Tabla 17 <i>Oferta de agua lluvia a los 4 tipos de clientes a través de la fórmula volumen tanque de almacenamiento expresado en metros cúbicos.</i>	56
Tabla 18 <i>Oferta vs demanda capacidad del tanque almacenamiento.</i>	57
Tabla 19 <i>Costeo a sección aleatoria del sistema.</i>	58

Tabla 20 <i>Clasificación costos fijos y variables por los 4 tipos de sistemas con tejado y sin tejado.....</i>	59
Tabla 21 <i>Costeo hora de trabajo en la instalación completa de 1 sistema.</i>	60
Tabla 22 <i>Capacidad de sistemas instalados en 1 mes a 8 tipos de usuarios.....</i>	61
Tabla 23 <i>Costo unitario para los diferentes tipos de sistemas.</i>	62
Tabla 24 <i>Precio de venta establecido al mercado.</i>	63
Tabla 25 <i>Punto de equilibrio.</i>	64
Tabla 26 <i>Información estadística para definir muestra poblacional.</i>	65
Tabla 27 <i>Puntuación z nivel de confianza.</i>	66
Tabla 28 <i>Tarifas de consumo acueducto y alcantarillado Manizales.</i>	75
Tabla 29 <i>Ahorro mensual agua de acueducto, oferta vs demanda.</i>	76
Tabla 30 <i>Promedio de ahorro en dinero al utilizar el sistema de captación agua lluvia.</i>	78
Tabla 31 <i>Medidas de control por riesgo de contaminación en el agua lluvia.....</i>	79

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Diagrama causa - efecto explicación situación problema.</i>	17
Figura 2	<i>Relación de actores sociales con el entorno.</i>	32
Figura 3	<i>Perfil del cliente a través de la metodología canvas.</i>	36
Figura 4	<i>Metodología canvas perspectiva de empresa.</i>	37
Figura 5	<i>Flujo del proceso captación agua lluvia.</i>	39
Figura 6	<i>Precipitación promedio mensual 1958 a 2017.</i>	48
Figura 7	<i>Información base para cálculo de % consumo agua no potable</i>	52
Figura 8	<i>Diseño de identidad del producto ofrecido.</i>	68
Figura 9	<i>Aspecto demográfico participación por ciudad.</i>	69
Figura 10	<i>% de personas que integran los diferentes tipos de hogar.</i>	70
Figura 11	<i>% tipos de hogar repartido por los estratos.</i>	71
Figura 12	<i>Viabilidad por tipo de hogar apropiado para instalar sistema.</i>	72
Figura 13	<i>Percepción de beneficios por la población encuestada.</i>	73
Figura 14	<i>Viabilidad comercial por aceptación del mercado.</i>	74
Figura 15	<i>Precipitación noviembre - diciembre 2022 estación Manizales.</i>	77

Resumen

El proyecto de grado con énfasis en emprendimiento de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, determinará la viabilidad comercial de un sistema útil recolector de agua lluvia que permitirá brindar a los usuarios un mejor aprovechamiento del agua para las necesidades diarias en el hogar.

El mercado objetivo para iniciar con el proyecto abarca los municipios vecinos de Manizales y Villamaría, gracias a los terrenos, clima lluvioso e infraestructura, permite ser un negocio viable de gran oferta en agua lluvia natural para mejorar la calidad de vida en los hogares de todos los extractos sociales que deseen más cantidad a menor precio con impacto positivo en el medio ambiente.

Para determinar si el negocio es viable, se debe conocer la demanda total de los hogares en Manizales y Villamaría expresado en consumo de agua (m^3) y separar las actividades en las que se pueda utilizar agua lluvia, para luego comparar con la cantidad de agua lluvia promedio que se puede captar en cada mes del año. Se debe investigar y definir los recursos necesarios para adaptar un sistema que pueda captar la mayor cantidad de agua posible y cómo utilizarla por las personas de forma confiable en las necesidades del hogar.

Se espera del proyecto obtener unos beneficios entre ellos el impacto en la población para que se tome conciencia de la importancia de aprovechar los recursos hídricos que brinda el ecosistema, beneficios monetarios por ahorro de agua del acueducto, captar una reserva de agua lluvia para solventar escases o falencias en el suministro de acueducto y replicarlo al 30% de población con vivienda disponible para instalar un sistema de captación pluvial.

Palabras clave: Viabilidad, demanda, consumo, hidrología, conciencia, ahorro, medio ambiente, clima, captación.

Abstract

The undergraduate project with emphasis on entrepreneurship of the Universidad Nacional Abierta y a Distancia will determine the commercial viability of a useful rainwater collection system that will provide users with a better use of water for daily household needs.

The target market to start with the project covers the neighboring municipalities of Manizales and Villamaría, thanks to the land, rainy climate and infrastructure, it can be a viable business with a wide supply of natural rainwater to improve the quality of life in homes of all social strata who want more quantity at a lower price with a positive impact on the environment.

To determine if the business is viable, it is necessary to know the total demand of households in Manizales and Villamaría expressed in water consumption (m^3) and separate the activities that can use rainwater, to later compare with the amount of rainwater average that can be captured in each month of the year. The necessary resources must be investigated and defined to adapt a system that can capture as much water as possible and how people can use it reliably for their household needs.

The project is expected to obtain some benefits, among them the impact on the population so that they become aware of the importance of taking advantage of the water resources provided by the ecosystem, monetary benefits by saving water from the aqueduct, capture a reserve of rainwater to solve shortages or deficiencies in the aqueduct supply and replicate it to 30% of the population with available housing to install a rainwater harvesting system.

Keywords: Viability, demand, consumption, hydrology, awareness, savings, environment, climate, catchment.

Introducción

El proyecto de emprendimiento empresarial oferta un sistema de captación de agua lluvia en los hogares de Manizales y Villamaría, para comprobar la viabilidad técnica y comercial es fundamental analizar cada faceta que integra el sistema desde el funcionamiento y costeo hasta la aceptación en el mercado.

La parte técnica del sistema está compuesta por un área de captación más conocida como la cubierta del hogar, allí se recoge una cantidad de agua resultante de la precipitación y del área del tejado, luego hay un transporte de agua a través de las canales y bajantes, en el siguiente paso el recurso natural pasa por la filtración de primeras aguas equivalente a 1mm por m^2 del techo, dicha filtración permite que el agua vaya más limpia al almacenamiento principal y por último pueda ser utilizada con confianza en las necesidades de los clientes a través de la distribución. (UNATSABAR, 2001).

La definición de recursos para adaptar el sistema de captación necesita de diversas investigaciones en el campo de la construcción y la aplicación de las ciencias exactas, con el fin de costear el sistema a un presupuesto rentable condicionado a cumplir mínimo con el punto de equilibrio.

La cantidad de agua ofertada por captación pluvial varía según tipo de vivienda, área tejado y precipitación, para abarcar los escenarios posibles se establecieron 4 tipos de sistemas diferentes enfocados en la cantidad de habitantes por hogar, a cada uno se le estableció el precio de venta con la cantidad de agua promedio que se puede ahorrar en un periodo de tiempo.

En la aceptación del mercado es importante que los posibles clientes perciban lo que pueden recibir del sistema, por ende, se utilizó un fragmento de la metodología canvas encargada de crear la propuesta de valor entre empresa y cliente.

La respuesta de viabilidad del proyecto se determina en los análisis estadísticos fruto de las encuestas hechas a una cantidad de personas, es viable cuando se cumple con el alcance del proyecto equivalente al interés de adquisición del sistema por la población.

Antecedentes

Los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia son resultado de las necesidades (demanda), recursos disponibles (precipitación, dinero para invertir y materiales de construcción), y las condiciones ambientales en cada región. La humanidad a través de los tiempos ha sacado a flote ideas en sistemas alternativos para el abastecimiento de agua lluvia, debido al suministro deficiente, costo alto del agua o cuando no existe una red de agua potable para los hogares, entre otras problemáticas.

La primera aplicación del agua lluvia fue en los cultivos domésticos pero sin depender totalmente de este recurso ya que la presencia del agua superficial era permanente en los primeros asentamientos civiles, sin embargo cuando las civilizaciones empezaron a ocupar zonas áridas y semiáridas del planeta las tecnologías y métodos para captación de agua lluvia tomaron fuerza en la satisfacción de necesidades domésticas y producción agrícola. (Ballén et al, 2006).

En varios lugares del mundo se destaca la implementación de captación y uso de agua lluvia para reducir las diferentes problemáticas existentes con el recurso hídrico, a continuación, un resumen de los sitios más destacados:

En África está muy difundido los proyectos de los sistemas para recolectar agua lluvia, uno muy importante por las condiciones de pobreza y escasos recursos es el “sistema de aprovechamiento de agua lluvia a muy bajo costo” pero tiene unas dificultades y es la baja calidad y rendimiento que alcanza a suplir un porcentaje del total de población. Al sur de Asia en Bangladesh desde 1977, cerca de 1000 sistemas para aprovechar agua lluvia fueron instalados en el país con el apoyo de las ONG, para almacenar el agua se utilizan tanques de concreto, mampostería, cisternas y tanques subterráneos. En la meseta de Loes de Gansu China implementaron un proyecto llamado “121” para captación de agua lluvia, apoyando

económicamente a cada familia para adaptar la captación y almacenamiento de agua lluvia y un terreno adecuado para cultivar, beneficiando a 1,2 millones de personas y 1,18 millones de cabeza de ganado. En Singapur el agua es captada en los techos de edificios, ya que el 86% de la población viven en este tipo de construcciones, el agua se almacena aparte de la potable para dar uso a varias actividades diferentes al consumo humano. En Tokio a nivel comunitario se ha implementado sistemas de recolección de agua lluvia ubicados en las vías públicas, el agua escurre por los techos y llega hasta un pozo subterráneo para luego ser utilizada en riego de jardines, aseo, combatir incendios y emergencias en caso de desabastecimiento. Muchas ONG y organizaciones ambientales se enfocaron en trabajar en el suministro de agua para consumo humano usando sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. En zonas semiáridas el promedio de lluvia anual varía desde 200 hasta 1000mm. El sistema de pozo para recoger agua no ha funcionado muy bien por ello se inició el proyecto de construir un millón de tanques de concreto para la recolección de agua lluvia en 5 años, esto beneficia a 5 millones de personas. En México fueron ejecutados dos proyectos importante, uno en el estado de Guanajuato llamado “Agua y Vida” sus inicios en 1996 con un desarrollo tecnológico para aprovechar el agua lluvia el cual se almacenó en cisterna de 500.000 litros, y el segundo proyecto “Techo- cuenca” que constó de dos cubiertas con pendientes unidas a una canal y luego conectada con una tubería que conduce el agua al depósito con capacidad de 285.000 litros, de este sector se distribuye el agua a las familias que lo necesitan. En Colombia hay riqueza hídrica por ello gran parte de la población se abastece con agua superficial, esto genera facilidad de acceso al recurso hídrico y decistir al desarrollo de tecnología alternativas para suministro de agua. En las poblaciones con problemas de abastecimiento de agua potable se utilizan sistemas un poco ineficientes para recolectar agua lluvia. (Ballén et al, 2006).

Otro caso es en instituciones comerciales donde se realizaron diseños de instalaciones hidráulicas para aprovechar el agua lluvia:

Almacenes Alkosto en Bogotá con un área de cubierta aproximado de 6000m² para captar alrededor de 4820 m³ agua lluvia al año para satisfacer el 75% en la demanda del negocio.

Alkosto de Villavicencio con una cubierta de 1061 m² para captar agua lluvia la cual es almacenada en un tanque de 150 m³, posteriormente el agua es tratada con procesos de floculación, filtrado y clorización, esto genera agua potable para todo el año en la organización.

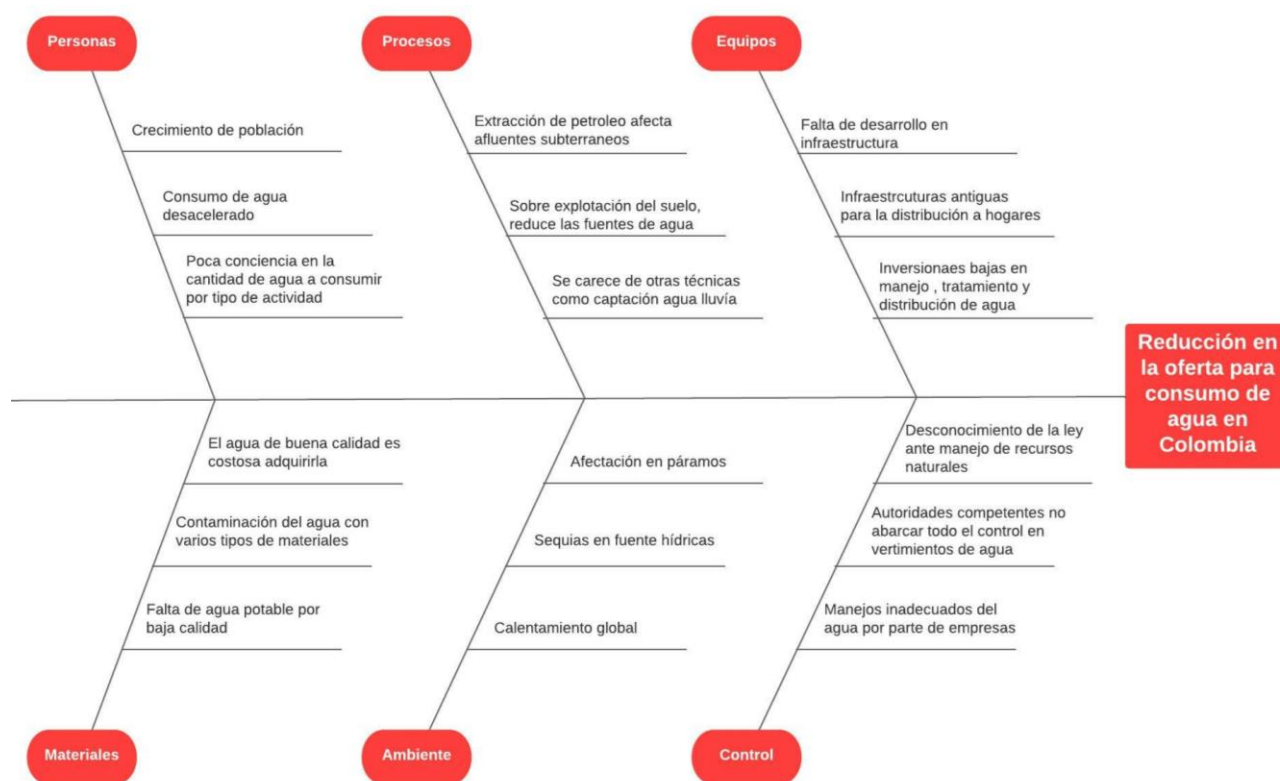
En la universidad Nacional de Colombia sede Bogotá se cuenta con un sistema de captación compuesto por cubierta de grava para filtrar agua que va hacia descarga de inodoros, alimento de fuentes y espejos de agua. (Ballén et al, 2006).

Descripción del Problema

En la población actual la demanda de agua crece más rápido que la oferta porque se necesita para el constante y acelerado crecimiento económico, en Colombia la distribución de consumo es del 13% industrial, 3% pecuario, 1% servicios, 54% agrícola y 29% doméstico. (Sánchez, 2013)

Figura 1

Diagrama causa - efecto explicación situación problema.



Fuente. Autoría propia, hecho en https://lucid.app/lucidspark/0283a90f-8c3c-4a43-b76d-d24428d2a993/edit?viewport_loc=-478%2C262%2C3072%2C1443%2C0_0&invitationId=inv_507f71c0-9c55-4ee1-9377-a9a61570675a

Nota: Es un resumen de la descripción del problema.

En Colombia el agua es abundante ya que se pueden encontrar varios tipos de afluentes como agua subterránea, superficial, lluvia, termo mineral, marinas, oceánicas y aguas de alimentación glacial, sin embargo, existen algunos factores como la contaminación, malas prácticas en la sobreexplotación del suelo y desaparición de fuentes hídricas por causa del cambio climático que generan escases del recurso para las necesidades de la población. (Avendaño & Velasco, 2019).

La falta de agua potable en amplias zonas del país afecta según el DANE a 3,6 millones de personas, el panorama no es alentador pues el calentamiento global afecta a los páramos, las empresas hacen un mal manejo del agua potable, la mala calidad y la falta de desarrollo en infraestructura reduce la distribución del agua a los hogares. (Caem, 2019).

En Colombia se carece de fuentes hídricas no convencionales, este planteamiento por parte de la coordinadora de producción y consumo sostenible de la Caem, genera un estupendo aporte a una posible solución para combatir los escenarios de desabastecimiento de agua y contribuir al ahorro, sostenibilidad, uso agrícola, industrial y residencial del agua. (2019).

En Colombia el sistema de captación pluvial es poco usado ya que los recursos hídricos son abundantes, pero con el pasar de los tiempos se ha aumentado la demanda para consumo de agua debido al crecimiento de la población, la oferta ha reducido debido a las contaminaciones por explotación de la tierra y manejo inapropiado de desechos, sequías causado por el calentamiento global, altos costos en la adquisición del recurso hídrico y múltiples necesidades de salud para la supervivencia humana. (Montero, 2016).

Justificación

El proyecto de emprendimiento es importante para crear en las familias de las ciudades de Manizales y Villamaría, un estado de concienciación con el cuidado y aprovechamiento de los recursos hídricos que brinda el ecosistema, que gracias a las condiciones climáticas y precipitaciones de agua en la zona resulta viable adaptar un sistema de captación, almacenamiento, tratamiento y entrega de agua para el beneficio en los hogares de la región.

El proyecto de emprendimiento es una oportunidad para transformar conocimientos profesionales en hechos que beneficien a la comunidad, la implementación está deferida con recursos reconocidos y un método técnico útil y funcional que requiere de precipitaciones para su normal funcionamiento. Es muy importante lo que se quiere lograr en la población ya que se habla de ahorro en el consumo de agua potable proveniente del acueducto con el fin de pagar menos dinero en la factura.

El sistema se adapta a diferentes tipos de vivienda para lograr la captación de agua lluvia con el fin de utilizarla en las diferentes actividades del hogar, de este modo los hogares una vez hagan la inversión en adquirir el producto podrán consumir agua sin tener que preocuparse por el cobro en dinero que llega a la factura; solo es necesario que en el hogar se pueda ubicar un tanque de almacenamiento en una estructura plana y nivelada por debajo del tejado, esto permitirá un buen transporte de agua hacia el tanque que posteriormente se podrá distribuir al hogar.

El proyecto tiene como alcance impactar en la sostenibilidad ambiental de la población de Manizales y Villamaría, por ende las personas con ideales de generar hábitos para el cuidado del medio ambiente son los tipos de cliente para este sistema, con base en esto se proyecta que el 40% de este colectivo puede adquirir el proyecto en la vivienda para captar agua lluvia,

aprovecharla en las necesidades básicas del hogar, y finalmente tener un ahorro del 30% de agua que aporta a la sostenibilidad de los recursos en la región.

Objetivos

Objetivo General

Garantizar la viabilidad técnica y comercial del sistema de captación agua lluvia en la población de Manizales y Villamaría

Objetivos Específicos

Validar que el proyecto de emprendimiento pueda suplir las necesidades del mercado y cumplir con las expectativas de los clientes a través de encuestas a personas de los municipios Manizales y Villamaría.

Demostrar la capacidad técnica de diseño y operativa del proyecto de emprendimiento a través de la elección de los recursos necesarios para calcular eficientemente el funcionamiento de captación de agua lluvia.

Justificar el equilibrio económico del proyecto de emprendimiento a través del costeo del sistema, rendimientos y precio de venta accesible al mercado.

Estado del Arte

En la sede el claustro de la universidad Católica de Colombia ubicada en Bogotá se realizó el diseño y montaje experimental de un sistema de captación pluvial, los resultados obtenidos demostraron que la cantidad de agua recolectada no era suficiente para un posible reemplazo del agua de acueducto ya que la demanda supera la oferta en un 84%, sin embargo gracias al interés de percibir un ahorro y probar métodos físicos se examinó la calidad del agua lluvia y se estableció a pequeña escala un sistema de captación y tratamiento de agua que puede ser consumida con confianza para suplir algunas necesidades propias de la universidad como descarga de inodoros y ensayos de laboratorio. (Ortiz & Velandia, 2017).

La publicación de la universidad Nacional (2021) de un proyecto piloto en un bloque de la facultad de minas de la ciudad de medellin, expone que la captación de agua lluvia para aprovecharla en fines académicos resulta beneficioso ya que se minimizan los gastos de los recursos y se aumentan estrategias sostenibles, el proyecto alcanzó un costo de 110 millones de pesos, para sacar provecho del laboraorio hidráulico se necesita de mucha cantidad de agua por lo cual, se diseño e implementó el autoabastecimiento y la reutilización para que los sistemas sanitarios puedan aprovechen el agua que sale de los procesos de laboratorio.

En el proyecto de grado realizado por (Mendez & Vides, 2022) se plasma la acción de aprovechamiento de agua lluvia a traves de los cálculos de precipitación por cada mes en los últimos 3 años, por medio del IDEAM se conocen los datos importantes para continuar con el diseño de la oferta, luego se toma como referencia el área del techo necesario el cual se necesita para multiplicar los mm de lluvia, la demanda se conoce con el uso prinicipal que es el lavado de piso en la plazoleta, para establecer el

almacenamiento necesario se toma la diferencia entre la oferta y demanda esto da un resultado de mucha más oferta que demanda, se calcula el costo del proyecto para revisar la viabilidad económica para la universidad de Santander.

Marco Teórico

El agua debe recorrer un proceso natural necesario para regular las necesidades del mismo planeta, algunas de las fases la podemos ver en la rutina del día, más detalladamente la sociedad Geográfica de Lima indica que el ciclo hidrológico es “la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: Evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y Re evaporación ” (Ordoñez, 2011, p.10).

En otras palabras, según Ordoñez (2011) el proceso de transporte Re circulatorio de aguas que es permanente se conoce como ciclo hidrológico, el cual es causado en primera instancia por el sol que provee energía para elevar el agua (evaporación), y segundo la gravedad terrestre la cual genera por efectos de descenso que el agua fluya por los fenómenos de escurrimiento y precipitación.

Es en la fase de precipitación donde se debe aprovechar el agua para utilizarla como recurso en las necesidades diarias del hogar, como indicó Ordoñez (2011), “la precipitación es toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (lluvia, llovizna, etc.) sólida (nieve, granizo, etc.) como las ocultas (rocío, helada blanca, etc.). Son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión, la precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental”. (p. 11).

Para captar la mayor cantidad de agua posible y de la mejor manera es muy importante elegir las técnicas apropiadas que faciliten la adaptación a las necesidades de los futuros clientes, se debe tener en cuenta el cumplimiento de costo, mantenimiento, operación del sistema, las condiciones ambientales y socioeconómicas del sector. (Benavides y Arevalo, 2017).

Como lo ha indicado FAO (2013) en cada población hay condiciones especiales que pueden determinar la selección de la técnica apropiada para aprovechar agua lluvia, pero existen criterios específicos que deben ser tenidos en cuenta para elegir la mejor técnica, entre ellos se encuentran:

Cantidad y calidad del agua con el que se puede contar.

La prioridad de uso de los usuarios.

Tener en cuenta las experiencias de los clientes.

Mejorar la eficiencia del uso de agua con las condiciones actuales.

Ventajas de cada técnica según la finalidad de uso de los clientes.

Técnicas más factibles de utilizar para los usuarios considerando el ahorro y facilidad de implementación.

Según la finalidad de uso se recomiendan distintos sistemas, entre ellos está la captación en techo de vivienda, que tiene como preferencia usarlo en el consumo doméstico derivado en bebida, alimentación, higiene personal, lavado de ropa, aseo de la vivienda, y también para consumo animal. De acuerdo con esto es la captación en techo la técnica más apropiada para el consumo humano y doméstico. (FAO, 2013).

El sistema de aprovechamiento de aguas lluvias en techo se compone de los siguientes elementos: Captación en tejado, conducción de agua por canaletas, interceptor de primeras aguas, almacenamiento en tanque principal y distribución del agua al hogar. (UNATSABAR, 2001).

El sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia que sugiere el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) debe cumplir con los siguientes requisitos: En el diseño del sistema se debe tener en cuenta los datos de la precipitación mensual

de la zona en un periodo mínimo de 10 años, con esta información se obtiene la precipitación promedio mensual, los otros aspectos a tener en cuenta son el tipo de material de la superficie de capacidad, número de personas beneficiadas y demanda de agua.

El criterio de diseño se compone de un método llamado “cálculo del volumen del tanque de almacenamiento” capaz de calcular la cantidad de agua que se puede recolectar por metro cuadrado de superficie del tejado, con esto se determina el área de techo necesaria y la capacidad del tanque de almacenamiento. Para complementar los cálculos anteriores se debe tener en cuenta los aspectos de: Volumen del consumo de usuarios estableciendo un valor de 132L por persona/día y el valor de 0,9 en coeficiente de escurrimiento del tejado hecho con material de fibrocemento. (UNATSABAR, 2001).

Es importante tener en cuenta que para diseñar el sistema se debe conocer la oferta de agua en la zona, para ello se puede obtener los datos de precipitación mensual promedio causada en los últimos 10 a 15 años que se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Pp_1 = \frac{\sum p_1}{n}$$

Donde

n: Número de años evaluados

p_1 : Valor de precipitación mensual del mes

Pp_1 : Precipitación promedio mensual del mes (mm/mes)

Para determinar la demanda se debe tener en cuenta la dotación mínima de agua por persona, sin tener en cuenta el volumen para consumo humano en bebidas y preparación de alimentos, en este caso son 86 litros diarios para el resto de actividades, luego se calcula la cantidad de agua que necesita satisfacer el sistema:

$$D_1 = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

Donde,

Nu: Número de usuarios que se benefician del sistema

Nd: Número de días del mes analizado

Dot: Dotación (L/Persona x día)

D_1 : Demanda mensual (m^3)

Para garantizar que el sistema tenga la capacidad suficiente de almacenamiento que demandan los hogares, se debe determinar la oferta total de agua que puede ser calculada a través de la fórmula “volumen del tanque de almacenamiento” de la siguiente manera:

$$A_i = \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

Donde,

Pp_i : Precipitación promedio mensual (Litros/m²)

Ce: Coeficiente de escorrentía

Ac: Área de captación m^2

A_i : Oferta de agua en el mes m^3

Luego de obtener los cálculos de “oferta y demanda” por cada mes del año, se puede determinar el volumen del tanque de almacenamiento necesario para cada tipo de cliente, de la siguiente manera:

$$V_i m^3 = (A_i m^3 - D_i m^3) + (A_{(i+1)} m^3 - D_{(i+1)} m^3)$$

En donde,

V_{i+n} : Volumen necesario del tanque de almacenamiento en el sistema para el año “ $i+n$ ”

A_i : Oferta, volumen de agua captado en el mes “ i ”

D_i : Volumen de agua demanda por los usuarios en el mes “ i ”

$(i + 1)$: Mes siguiente.

Marco Legal

Para el uso y aprovechamiento del agua lluvia en Colombia se establece dentro del decreto 1076 del 2015 en la sección 16 que captar agua lluvia no necesita de concesión siempre y cuando el poseedor del predio pueda servirse del agua que por su lote escurra e igualmente las obras para conducir, almacenar y distribuir el agua lluvia hechas en un domicilio no afecte a terceros.

En la subsección 1 del capítulo 2 decreto 1090 de 2018 se establece un artículo sobre el uso eficiente y ahorro del agua, el cual incentiva a minimizar el consumo de agua a través de varias prácticas entre ellas “uso de aguas lluvias”.

En la Resolución 549 de 2015 se relacionan los parámetros y lineamientos mínimos para la construcción sostenible entre ellos el cumplimiento de ahorro en agua y energía por tipo de clima y edificación en un intervalo de tiempo, por ello el sistema de captación es atractivo en estos tipos de proyectos.

En el decreto 1076 de 2015 se resalta un artículo de prohibiciones que indica no verter en calles, calzadas y canales desechos del sistema de captación agua lluvia.

La calidad del agua potable para consumo humano es regulada por el decreto 0475 del 98, donde se establecen las normas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas a cumplir, pero en los sistemas de ahorro que necesitan de agua lluvia y se catalogan como agua cruda quedan como no aptas para el consumo humano directo, por ende, no deben cumplir con esta normativa de calidad.

Metodología

Segmentación de Mercado

Para conocer la experiencia de consumo, utilidad y competitividad en estos tipos de sistemas de captación pluvial en la región de Manizales y Villamaría, primero se investiga qué empresas están inscritas bajo la actividad económica del CIU 3600 “captación, tratamiento y distribución de agua” en dichas ciudades. (DANE, 2020).

Se realiza la solicitud por correo electrónico a la cámara de comercio de Manizales por Caldas, con el fin de analizar las características de los productos que se pueden estar ofreciendo en el mercado con relación a la captación de agua lluvia, en la tabla 1 se muestra la recopilación de la información emitida por la entidad. (Camara de comercio de Manizales por Caldas, 2022).

Se determina que las empresas inscritas que ejercen la actividad económica en el CIU 3600 no ofrecen al mercado sistemas de captación de agua lluvia, en su mayoría trabajan para servicios públicos de acueducto y alcantarillado y el restante en consultoría y obras por lo tanto no existe competencia registrada en el sector objeto de estudio.

Entonces resulta viable ofrecer al mercado una solución de carácter ambiental ya que existe la necesidad de implementar en el país lo manifestado por (ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2020) sobre el uso responsable del agua para combatir el cambio climático y que puede ser suplida por un sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia para distribución en el hogar especialmente en la región Andina.

Tabla 1

Empresas inscritas en la actividad económica CIIU 3600 “captación, tratamiento y distribución de agua.

Patrimonio	Razón social	Barrio comercial	Categoría CIIU más representativa	Actividad
213.301.763.508	empresa de servicios públicos Empocaldas s.a. e.s.p.	00195 – Milán	CIIU 1_ E3600 ** Captación tratamiento y distribución de agua	
12.000.000	Promotora energético ambiental y de aguas s.a.s. - promoaguas s.a.s.	00049 - bajo tablazo	CIIU 3_ F4220 ** Construcción de proyectos de servicio publico	
263.097.000	Servicios de ingeniería lfg s a s	00285 – sultana	CIIU 4_ F4330 ** Terminación y acabado de edificios y obras de ingeniería civil	
0	Transformación socio económica fcf s.a.s	00090 – centro	CIIU 4_ M7020 ** Actividades de consultoría de gestión	
359.897.232	Aguas de maltería s.a.s	00193 – maltería	CIIU 2_ E3700 ** Evacuación y tratamiento de aguas residuales	
0	Planta Niza	00092 - cerro de oro	CIIU 2_ M7112 ** Actividades de ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica	Calibración a medidores de agua y de servicios de ensayo fisicoquímicos y microbiológicos a muestras de agua.
0	Acueductos la enea s.a.s. e.s.p.	00193 – maltería	CIIU 1_ E3600 ** Captación tratamiento y distribución de agua	Captación, tratamiento y distribución de agua
0	Aguas de Manizales s a e s p	00292 – toscana	CIIU 4_ L6810 ** Actividades inmobiliarias realizadas con bienes propios o arrendados	Prestación de los servicios públicos de agua y alcantarillado en la ciudad de Manizales
0	acueducto san francisco e.s.p	00089 – centro	CIIU 1_ E3600 ** Captación tratamiento y distribución de agua	Captación tratamiento y distribución de agua

Fuente: Cámara de comercio por caldas, 2022 solicitado al correo electrónico contactenos@ccm.org.co

Caracterización Clientes Potenciales y Servidores

El proyecto de emprendimiento busca beneficiar a un grupo de actores sociales a través de los servicios prestados por el sistema de captación y aprovechamiento del agua pluvial, los detalles se observan en la figura 2.

Figura 2

Relación de actores sociales con el entorno.



Fuente. Autoría propia, apoyado de

https://www.canva.com/design/DAFTFoJyqWA/wX6PXBtpcaSj9lvydLlJRQ/view?utm_content=DAFTFoJyqWA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Una vez definidos los actores sociales se identifican las personas potencialmente interesadas en apoyar el proyecto de emprendimiento empresarial, en la tabla 2 se resaltan las características y estilos de vida comprendidas en rangos de edad que se interesan por la alternativa empresarial.

Tabla 2*Características de clientes potenciales.*

Rangos edad	Ocupaciones y rutina	Cualidades habilidades	Prioridades	Inversión en gustos	Necesidades
20 a 25 años-10%	Estudiante, que se dedica a comprender la importancia de la carrera dentro de la sociedad, consulta, lee e interpreta los conocimientos con la realidad actual, pasa con amigos para aprender en grupo, aporta en el hogar con oficios, trabaja por temporadas y semanalmente.	Persistencia, entusiasmo, Escucha activa, empatía, aprendizaje autónomo, colaboración, experimentación positiva, liderazgo propositivo.	Culminar estudios y ser un profesional, Aprender para aportar en la soluciones ambientales y económicas de la población, optimizar los recursos para estudio, descanso y diversión, mejorar la salud a través el deporte.	Esparcimiento con amigos en sitios de buena música, salir a pasear en caminatas económicas, detalles con la pareja, compra de implementos deportivos, aportes en grupos culturales y musicales	Ayudas económicas para sostener los estudios, vestuario, alimentación, vivienda, aseo. Ser incluidos en programas de emprendimiento y oportunidades laborales relacionadas al estudio, sentirse escuchados en sus ideas.
26 a 30 años-25%	Inicios de la carrera laboral, Quiere y busca un liderazgo visible, desarrolla constantemente las	Excelente actitud, compromiso, entrega lo mejor de sí, se esfuerza para superarse, liderazgo,	Estabilidad laboral, financiera, emocional, en la salud, sobresalir en el deporte, dar el mejor bienestar a la familia	Participa en programas sociales y ambientales con donaciones y acciones, inversión en deportes, viajes y paseos a lugares nuevos	Potenciar el talento y liderazgo, ahorro en gastos, mantener buena salud.

	capacidades , comparte y dedica lo mejor en el hogar, ayuda a las personas que lo necesitan, genera acciones sociales en comunidad.	visión, recursivo			
30 a 45 años- 30%	Empleado destacado, en el puesto puede desarrollar lo aprendido, lidera grupos en la comunidad y en el trabajo, aporta en mantener el hogar, comparte con la familia y amigos.	Pasión por la excelencia, es dinámico en las actividades, liderazgo de grupos, innovador, buen manejo del tiempo.	Aportar significativamente a las necesidades de la comunidad, liderar en aspectos ambientales de la comunidad y en el hogar, compra de vivienda.	Paseos familiares, implementos para hogar, donaciones para sembrar en tierra, Mantenimiento del Vehículo propio, presentación personal, comida.	Cuidado de la salud, ahorro de los recursos y gastos, buena administración de las finanzas
45 a 60 años- 35%	Empleado estable por el buen trabajo que realiza, participa en eventos que aportan al cuidado de la salud, medio ambiente e intereses de la sociedad,	Liderazgo, toma de decisiones, actitud positiva, priorización, empatía, delegación, planifica el rumbo, buena comunicación asertiva, confianza	Mantener una buena salud física y mental, cuidar de los recursos para vivir bien, mantener lapsos con personas líderes en los diferentes campos de la sociedad, gestionar el	Salud y bienestar, deportes, presentación personal y cuidar la imagen, paseos y aventuras, compartir en el hogar con la familia, buena gastronomía.	Mantener buena condición física y mental, comodidad en el hogar, tiempo para descansar y cambiar de ambiente, ahorro de recursos en el hogar, mejorar

es un líder en la sociedad por sus buenas obras, ayuda a gestionar lo relacionado a beneficios sociales, y cultura en la comunidad.	propia y a los demás	tiempo para abarcar las diferentes actividades	ingresos financieros.
---	----------------------	--	-----------------------

Fuente. Autoría propia.

Nota. La empresa desea encontrar en el mercado personas con estas características para facilitar la oferta del sistema en el mercado.

Propuesta de Valor

Presentar al mercado una propuesta que genere entusiasmo y confianza a las personas de adquirir el producto por encima de otros, ya que supera los deseos y expectativas de forma especial, esto permite que los clientes no decidan el sistema solo por tener un precio económico sino también por ser diferente, innovador y todos los factores alrededor del proyecto que genera valor al cliente. La propuesta de valor es el eje central del businnes model Canvas metodología basada en comprender el modelo de negocios de forma directa y estructurada.

En resumen, la propuesta de valor al cliente se enfoca en ser:

Contundente: Se ofrecen diferentes configuraciones o tipo de sistema para adaptarlo a la necesidad del cliente con recursos garantizadas, cálculos de capacidad y óptimo funcionamiento.

Atractiva: Las características de las personas potencialmente interesadas en el sistema están alineadas con el interés general de cuidar el medio ambiente y los recursos para alcanzar una vida sostenible.

Figura 3

Perfil del cliente a través de la metodología canvas.



Fuente. Autoría propia con el apoyo de

https://www.canva.com/design/DAFQMpdntIA/I6mbaa0cgU290AzN_a-

[jKA/edit?utm_content=DAFQMpdntIA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFQMpdntIA/I6mbaa0cgU290AzN_a-jKA/edit?utm_content=DAFQMpdntIA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Figura 4

Metodología canvas perspectiva de empresa.



Fuente. Autoría propia, con el apoyo de

https://www.canva.com/design/DAFQMpdntIA/I6mbaa0cgU290AzN_a-

[jKA/edit?utm_content=DAFQMpdntIA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFQMpdntIA/I6mbaa0cgU290AzN_a-jKA/edit?utm_content=DAFQMpdntIA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Valor para el cliente: Es un sistema que genera ahorro de agua de acueducto y por tanto ahorro en dinero en los hogares, gracias al agua lluvia como insumo que permite una sostenibilidad en el tiempo.

Simple: Sistema para aprovechar el agua lluvia y usarla en las necesidades del hogar

Diferente: En la región de Manizales y Villamaría no existe competidor en este sector de captación de agua lluvia que promueva el ahorro y el cuidado de los recursos naturales, se confirma esta información de la cámara de comercio para Manizales.

Alcanzable: La oferta de cantidad de agua lluvia que se puede recolectar está basada en un tipo de vivienda tradicional y en el seguimiento de precipitación histórico en la región.

Conexión con cliente: Aprovechar la lluvia para suplir las necesidades diarias con grandes ahorros de agua a través de un sistema montado en el hogar, la inversión inicial es solo una vez luego el costo para mantenerlo es bajo.

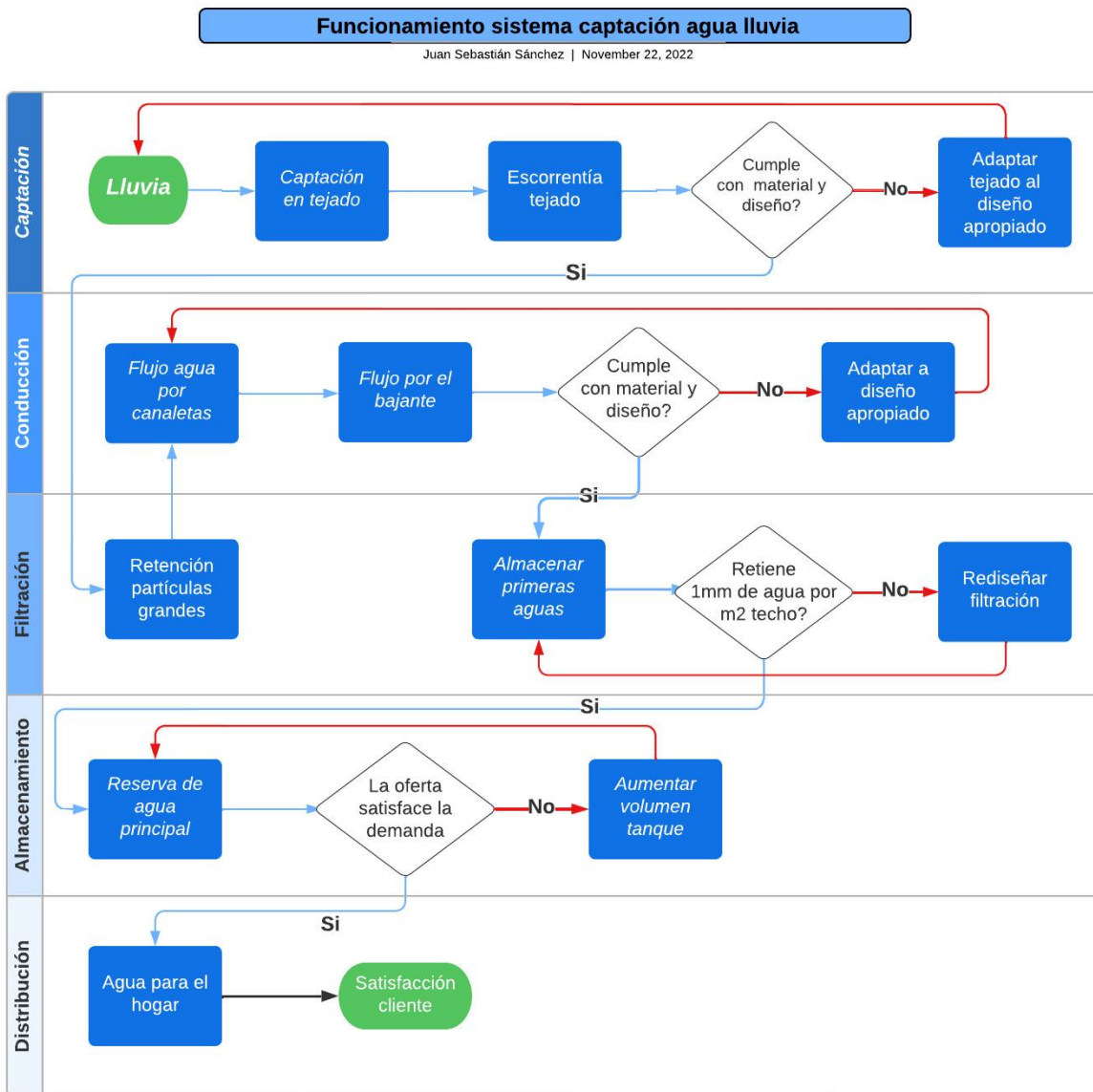
Recursos Necesarios para el Diseño y Funcionamiento del Sistema

El sistema de captación está conformado de unas secciones que funcionan acorde al flujo del agua lluvia, cada sección contiene un listado de artículos necesarios para el diseño general del sistema, en la ilustración 5 se puede detallar el paso a paso del funcionamiento del sistema el cual sirve como insumo de apoyo para desglosar los insumos de cada sección.

Los insumos para cada sección se especificaron bajo criterios de la construcción recibiendo aportes de oficiales y de las ferreterías distribuidoras donde se cotizaron precios para determinar el coste del sistema, toda la información está organizada en tablas de Excel para facilitar cálculos de coste, cantidades, capacidad del sistema, equilibrio económico y ahorros.

Figura 5

Flujo del proceso captación agua lluvia.



Fuente. Autoría propia con el apoyo de https://lucid.app/lucidchart/8c36c41a-45ca-481a-8157-bc578c23c8ca/edit?viewport_loc=-551%2C-

110%2C2305%2C1052%2C0_0&invitationId=inv_c49e6683-0b59-45c5-be47-3687698e84ac

Tabla 3

Sección 1 captación, precio unitario insumos.

Descripción artículo	Material	Proveedor	Dimensiones totales	Área útil	Unidad medida	Precio ud
Teja Proteja Perfil 7 #6	Fibrocement o	Almacén parís	0,92 m x 1,83 m	1,47 m ²	Unidad	\$ 33.000,0
Teja Proteja claraboya P7 #6	Fibrocement o	Almacén parís	0,92 m x 1,83 m	1,47 m ²	Unidad	\$ 69.900
Teja Proteja terminal contra muro P7	Fibrocement o	Almacén parís	0,92 m x 0,47 m	1,19 m ²	Unidad	\$ 29.000,0
Caballete proteja P7 15°	Fibrocement o	Almacén parís	0,92 m x 0,49 m	0,87 m ²	Unidad	\$ 34.000
Teja Eternit Perfil 7 #6	Fibrocement o	Homecenter	0,92 m x 1,83 m	1,47 m ²	Unidad	\$ 32.200,0
Teja Proteja claraboya P7 #6 sin ganchos	Fibrocement o	Homecenter	0,92 m x 1,83 m	1,47 m ²	Unidad	\$ 69.900,0
Ganchos Claraboya P7	Fibrocement o	Homecenter	6 unidades	1,47 m ²	Paquete	\$ 3.900,0
Tornillo cubierta-madera	Acero	Homecenter	9 x 2-1/2"	100 ud	Paquete	\$ 30.900,0
Teja Eternit claraboya P7 #6	Fibrocement o	Homecenter	0,92 m x 1,83 m	1,47 m ²	Unidad	\$ 85.900,0
Caballete proteja P7 15°	Fibrocement o	Homecenter	0,92 m x 0,49 m	0,87 m ²	Unidad	\$ 33.700,0

Fuente. La información de precios se consiguió con los proveedores Homecenter y almacén

parís, los datos técnicos de cada material se observan en las fichas técnicas de (Etex Colombia, 2022). <https://etex.com.co/wp-content/uploads/2022/02/brochure-accesorios-teja-proteja-perfil-siete.pdf>

Tabla 4*Sección 2 conducción, precio unitario insumos.*

Descripción artículo	Material	Proveedor	Dimensiones totales	Área útil	Unidad medida	Precio ud
Canaleta Raingon	PVC	Homecenter	1 m	1m	Metro	\$ 20.000,0
Unión canaleta Raingo	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 9.400,0
Unión esquina ext-int	PVC	Homecenter		2 und	Par	\$ 12.900,0
Tapas ext e inter canal Raingo	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 14.000,0
Soportes para canaletas	PVC	Homecenter	2 ud x 2 m	2 m	Par	\$ 5.400,0
Unión canal a bajante Raingo	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 9.800,0
Adaptador canal raingon a bajante sanitario 3"	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 7.900,0
Codo bajante 90° Pavco	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 8.900,0
Codo sanitario 90° 3"	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 7.650,0
Bajante Pavco	PVC	Homecenter	6,47 x 6,12 cm	0,0118 m3	Metro	\$ 28.300,0
Bajante sanitario 3"	PVC	Homecenter	3" x 1m	0,00456 m3	Metro	\$ 15.900,0
Codo sanitario 45° 3"	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 6.300,0
Unión bajante Pavco	PVC	Homecenter	7 x 11,12 cm		Unidad	\$ 5.400,0
Unión bajante sanitaria 3"	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 3.370,0
Soportes para bajantes	Metal	Homecenter			Unidad	\$ 9.000,0
Tee sanitaria 3" Durman	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 8.100,0
Canaleta Raingo	PVC	Almacén parís	1 m	1 m	Metro	\$ 17.000,0
Unión canaleta Raingo	PVC	Almacén parís			Unidad	\$ 9.000,0
Tapas ext e inter canal Raingo	PVC	Almacén parís			Unidad	\$ 11.000,0

Soportes para canaletas	PVC	Almacén parís	2 ud x 2 m	2 m	Par	\$ 4.000,0
Unión esquina ext-int	PVC	Almacén parís		2 und	Par	\$ 11.500,0
Adaptador canal raingon a bajante sanitario 3"	PVC	Almacén parís				\$ 7.400,0
Codo sanitario 90° 3"	PVC	Almacén parís				\$ 7.000,0
Bajante sanitario 3"	PVC	Almacén parís	3" x 1m	0,00456 m3	metro	\$ 28.000,0
Soportes para bajantes	Metal	Almacén parís			Unidad	\$ 9.000,0
Soldadura PVC 1/4 Gal	Liquido	Homecenter		946ml	ml	\$ 98,8
Tee sanitaria 3"	PVC	Almacén parís				\$ 7.700,0

Fuente. Página Homecenter y Almacén parís Manizales (2022).

Para plantear los insumos adecuados en la sección de condición se tiene como referencia los detalles técnicos de (Pavco Wavin, 2022).

Tabla 5

Sección 3 Filtración primeras aguas, precio unitario insumos.

Descripción artículo	Material	Proveedor	Dimensiones totales	Área útil	Unidad medida	Precio ud
Tanque plástico 150L Rotoplast	Polietileno	Homecenter	66 x 92 cm	0,15 m3	Unidad	\$ 171.900,0
Bajante sanitaria 3"	PVC	Homecenter		0,00456 m3	metro	\$ 15.900,0
Reducción 3" a 2" fs Dicol	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 13.900,0
Niple 2"	Acero	Homecenter			Unidad	\$ 18.900,0
Buje soldado 3" a 4"	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 10.900,0
Bajante sanitaria 4" Tigre	PVC	Homecenter		0,016 m3	metro	\$ 21.150,0
Bajante sanitario 6" Durman	PVC	Homecenter		0,036 m3	metro	\$ 48.900,0
Caneca plástica 60L Sellada	PEDH	Mercado libre			Unidad	\$ 45.500,0
Adaptador Limpieza sanitaria 4"	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 19.900,0
Buje soldado 4" a 2" Durman	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 8.700,0

Buje soldado 4" a 3"	PVC	Homecenter		Unidad	\$	9.700,0
Buje soldado 6 a 4"	PVC	Homecenter		Unidad	\$	31.900,0
Durman						
Bajante sanitaria 4" Tigre	PVC	Homecenter		metro	\$	21.150,0
Codo 90° 3"	PVC	Homecenter		Unidad	\$	7.800,0
Válvula grifo 2"	PVC	Homecenter		Unidad	\$	14.900,0
Adaptador Hembra macho 2"	PVC	Homecenter		Unidad	\$	8.900,0
Tubo sanitario 2"	PVC	Homecenter		metro	\$	10.317,0
Reducción de 4" a 3"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	9.000,0
Bajante sanitario 4"	PVC	Almacén Paris		Metro	\$	23.340,0
Tapón 4"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	38.900,0
Empaque hidráulico 2"	PVC	Homecenter		Par	\$	13.800,0
Teflón ½	Cinta	Homecenter	1/2" x 7m	Unidad	\$	7.800,0
Adaptador hembra 2"	PVC	Homecenter		Unidad	\$	10.900,0
Unión Sanitaria 2"	PVC	Homecenter		Unidad	\$	2.250,0
Esfera teflón 3"	Teflón	Tienda		Unidad	\$	3.000,0
Codo 45° de 2"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	3.500,0
Codo 45° de 3"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	6.300,0
Codo 45° de 4"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	11.400,0
Codo 90° de 2"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	4.000,0
Codo 90° de 3"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	7.000,0
Codo 90° de 4"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	13.000,0
Reducción de 3" a 2"	PVC	Almacén Paris		Unidad	\$	5.000,0
Malla filtro 1/2" x 0,9 cm espesor	Acero - Alambre	Homecenter	1m2	0,14 cm ancho	m2	\$
						5.600,0

Fuente. Autoría propia con bases de (UNATSABAR, 2001) para los detalles técnicos y los

precios se toman de Homecenter y Almacén Paris.

Tabla 6

Sección 4 Almacenamiento precio unitario insumos.

Descripción artículo	Material	Proveedor	Dimensiones totales	Área útil	Unidad medida	Precio ud
Tanque plástico 1000L Humboldt	Polietileno	Homecenter	123 x 103 cm	1 m ³	Unidad	\$ 485.900,0
Tanque plástico 1000L Aquality plast	Polietileno	Homecenter	120 x 129 cm	1 m ³	Unidad	\$ 393.900,0
Tanque plástico 1000L Acuaviva	Polietileno	Almacén parís	119 x 127 cm	1 m ³	Unidad	\$ 500.000,0
Tanque plástico 250L Acuaviva	Polietileno	Almacén parís	0,74 x 0,93 cm	0,25 m ³	Unidad	\$ 192.438,0
Tanque plástico 250L Aquality plast	Polietileno	Homecenter		0,25 m ³	Unidad	\$ 198.900,0
Tanque plástico 500L Acuaviva	Polietileno	Almacén parís	0,94 x 1,05 cm	0,5 m ³	Unidad	\$ 251.904,0
Tanque plástico 500L Rotoplast	Polietileno	Homecenter		0,5 m ³	Unidad	\$ 289.900,0
Adaptador presión macho 1"	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 1.850,0
Adaptador presión hembra 1"	PVC	Homecenter			Unidad	\$ 6.000,0
Tubo Sanitario 3" entrada al tanque	PVC	Homecenter		1	Metro	\$ 14.650,0
Kit entrada salida	PVC	Homecenter	1"	1"	Unidad	\$ 20.900,0

Fuente. Autoría propia, apoyado en los distribuidores Homecenter y almacén parís para los precios y las medidas se consiguen en las fichas técnicas. (Etex Colombia, 2022).

El sistema de distribución está planteado para que funcione por medio del principio básico de conducción de agua por gravedad sin necesidad de aplicarle energía con mecanismos, para su buen funcionamiento se debe tener en cuenta la distancia que recorrerá el agua, la pendiente tomando la altura inicial y la altura final para determinar la velocidad de flujo, el tamaño de tubería y que se mantenga el caudal para usar el agua en lo que se necesita. (Pérez, 2020).

Tabla 7

Sección 5, Distribución final precio unitario insumos.

Descripción artículo	Material	Proveedor	Unidad medida	Precio ud
Tubería presión agua 1"	PVC	Almacén parís	Metro	\$ 25.760,0
Válvula 1" tubería presión	PVC	Homecenter	Unidad	\$ 8.500,0
Codo 90° 1" presión	PVC	Homecenter	Unidad	\$ 2.350,0
Tee presión 1"	PVC	Homecenter	Unidad	\$ 3.250,0

Nota: Precios consolidados en almacenes de la ciudad Homecenter y almacén parís.

Es muy importante contar con las ayudas para transportar materiales del lugar de almacenamiento a donde se prestará el servicio de instalación, para ser efectivos se debe preparar todo el material necesario que demanda el diseño del hogar y así realizar un solo transporte de insumos, esto permitirá cumplir con los costos presupuestados que inician en la tabla 8.

Para las herramientas se calcula un recambio de accesorios mensual por desgaste, las

Tabla 8

Sección 6, transporte y mantenimiento, precios calculados.

Descripción artículo	Tipo Vehículo	Proveedor	Categoría	Total	u/medida	Precio ud
Alquiler camioneta traslado material	Camioneta	Alquiler			Día	\$ 120.000
Mantenimiento herramientas	Camioneta	Alquiler	Mensual	\$ 80.000	Día	\$ 2.666
Mantenimiento herramientas	Camioneta	Alquiler	Mensual	\$ 60.000	Día	\$ 2.000
Mantenimiento herramientas	Camioneta	Alquiler	Mensual	\$ 70.000	Día	\$ 2.333,3
Mantenimiento herramientas	Camioneta	Alquiler	Mensual	\$ 50.000	Día	\$ 1.666,7
Mantenimiento herramientas	Camioneta	Alquiler	Mensual	\$ 80.000	Día	\$ 2.666,7

Fuente. Autoría propia.

Nota: Información obtenida de promedios de particulares que trabajan con camionetas ya que este servicio se alquilara capacidad de viaje.

herramientas son propias del oficial pero la empresa debe reconocer monetariamente un valor de mantenimiento mes a mes por un valor presupuestado inicial de \$340.000 pesos colombianos.

El contrato obra y labor que defiende el ministerio de trabajo menciona en el artículo 53 de la constitución promover la igualdad, la remuneración justa proporcional a la cantidad, calidad de trabajo y cumplimiento del empleador a otorgar los beneficios mínimos de ley. (Benavides A., 2022).

Se opta por generar empleo a través del contrato a obra y labor como primera instancia para cumplir con los mínimos presupuestos financieros en donde la empresa pueda superar el punto de equilibrio, si la demanda para instalar sistemas de captación pluvial aumenta mínimo un 15% y adicional se cumple con el presupuesto de rendimiento en la instalación se puede incluir una nueva modalidad de contratación como lo es a término indefinido para 1 persona, esto se convierte en beneficios para ambas partes ya que garantizar estabilidad para una familia otorga niveles de compromiso con la labor y por ende experiencia y sentido de pertenencia con las funciones que se deben realizar.

Tabla 9

Sección 7, costo mano obra con prestaciones sociales.

Descripción artículo	Valor mensual	Cesantías	Intereses cesantías	Prima de servicios	Dotación	Vacaciones
	Salario básico	360	12%	30	\$ 352.500	720
Mano de obra mensual- Oficial	\$ 1.600.000	\$ 133.333	\$ 16.000	\$ 133.333	\$ 29.375	\$ 66.667
Mano de obra mensual- Ayudante	\$ 1.000.000	\$ 83.333	\$ 10.000	\$ 83.333	\$ 29.375	\$ 41.667

Fuente. Gerencie.com (2022).

Tabla 10

Sección 7, costo mano obra instalación sistema con seguridad social.

Descripción artículo	Pensión	Salud	Riesgo Laboral Clase III (CIU 3600)	Auxilio transporte	Valor Total	Total Hora	Total minuto
	16%	4%	2,44%	\$ 117.172	Mensual	240	60
Mano de obra mensual- Oficial	\$ 256.000	\$ 64.000	\$ 38.976	\$ 117.172	\$ 2.454.856	\$ 10.229	\$ 170
Mano de obra mensual- Ayudante	\$ 160.000	\$ 40.000	\$ 24.360	\$ 117.172	\$ 1.589.240	\$ 6.622	\$ 110

Fuente. Gerencie.com (2020). <https://www.gerencie.com/exoneracion-de-aportes-a-seguridad-social-y-parafiscales.html>

Desarrollo Criterios de Diseño y Viabilidad Técnica del Sistema

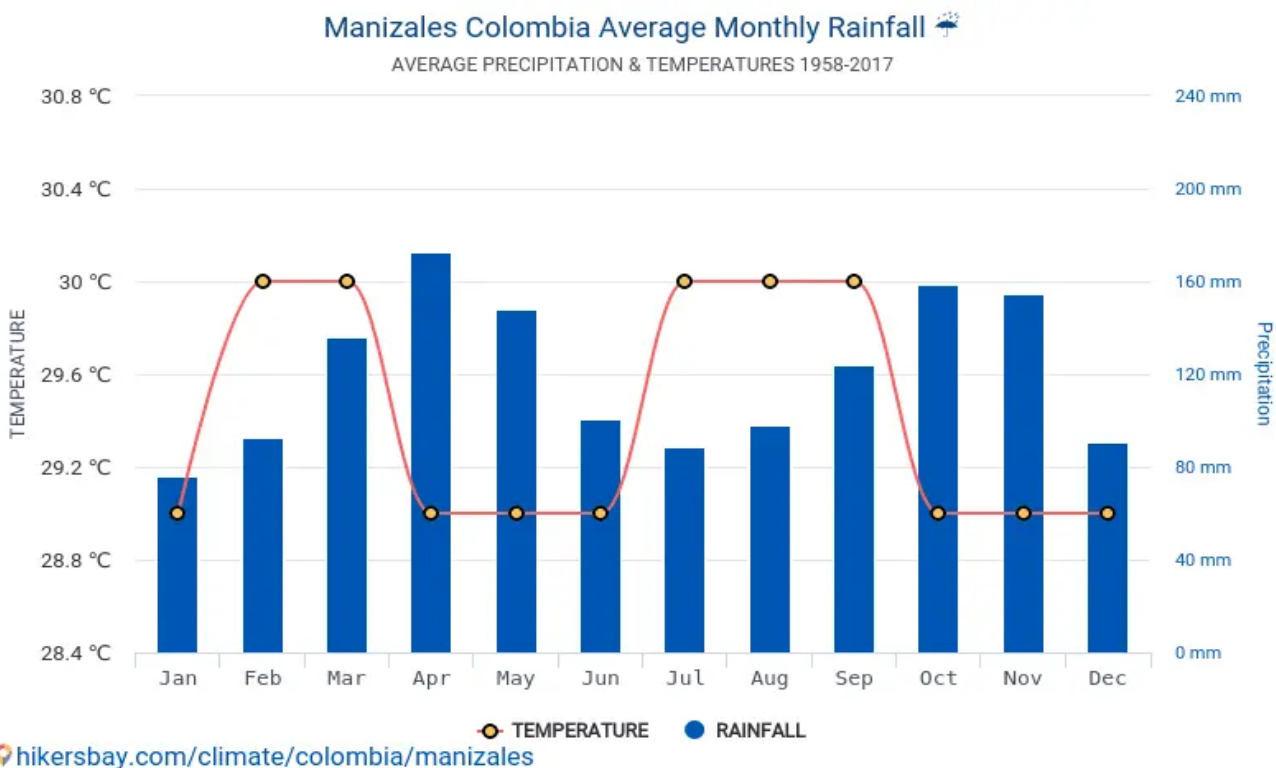
Se refiere a la ingeniería del sistema para demostrar el funcionamiento principal del mismo, a través de las diferentes etapas el sistema debe satisfacer la demanda a través de la oferta.

Precipitación Promedio Mensual – Oferta

En Manizales y Villamaría se toman los datos de precipitación diaria y mensual con el apoyo del geo portal del SIMAC el cual tiene datos precisos en tiempo real del acumulado de lluvia por 25 días, para la fecha 23 de noviembre del 2022 siendo las 2:00 am en la estación quebrada olivares se obtiene el valor de 134 mm equivalente a l/m^2 (IDEA, 2022). Para calcular un promedio más preciso de oferta de agua al sistema se necesita el promedio acumulado de más años, así como se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Precipitación promedio mensual 1958 a 2017.



Fuente. <http://hikersbay.com/climate/colombia/manizales?lang=en>

Nota. La información recolectada de precipitaciones en Manizales corresponde a 59 años, en el monitoreo del IDEAM se recoge información por cada mes del año y no es acumulado de varios años por lo que resulta más costosa la investigación.

Los cálculos se efectúan bajo la ecuación mencionada en el marco teórico:

$$Pp_1 = \frac{\sum p_1}{n}$$

Suma de la precipitación acumulada de cada mes de los 59 años y se divide sobre el total de años evaluados para determinar la precipitación promedio mes, esto indica que en los 59 años llovió un total de 85.137 mm que se resume en 1443 mm promedio anual.

Tabla 11

Oferta de lluvia promedio mensual en 59 años Manizales Caldas.

<i>Mes</i>	Precipitación mm – Ppi
Abril	173
Mayo	148
Junio	101
Julio	89
Agosto	98
Septiembre	124
Octubre	159
Noviembre	155
Diciembre	91
Enero	76
Febrero	93
Marzo	136

Nota. Se ordenan los meses iniciando con el que registra un acumulado mayor y se continua con los meses posteriores, el mes de abril es el más lluvioso y en enero llueve menos.

Demanda Mensual por Tipo de Usuario

Es la cantidad de agua a utilizar en un hogar para las necesidades que el sistema de agua lluvia pretende satisfacer, como lo es: descarga de inodoros, lavado de ropa, Lavadora, limpieza de vivienda, lavado vehículos, baño mascota y riego de planta, evitando los consumos para alimentación y ducha. Para ello se consulta primero la cantidad de agua consumida por suscriptor en acueducto agrupado por cada mes del 2019 al 2021 y filtrado para estratos residenciales en los municipios de Manizales y Villamaría, con el fin de sacar un valor promedio que indique los litros de agua que la red de suministro factura a cada hogar y así convertir a consumo promedio por habitante en el día.

Tabla 12

Promedio consumo agua acueducto por hogar Manizales y Villamaría en 3 años.

Tipo de servicio estratos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
estrato 1 Manizales	11,4	11,3	10,9	11,0	11,1	11,5	11,1	11,4	11,2	11,1	11,0	11,0	11,2
estrato 1 Villamaría	11,9	12,2	12,2	13,6	12,6	12,2	13,0	13,9	12,3	12,5	11,8	13,6	12,6
estrato 2 Manizales	12,7	12,2	11,8	12,2	12,0	12,2	12,3	12,2	12,1	12,0	11,9	12,1	12,1
estrato 2 Villamaría	14,5	12,4	11,6	11,0	10,6	12,5	14,3	13,7	15,9	23,0	17,3	20,7	14,8
estrato 3 Manizales	12,0	12,0	11,5	11,5	11,6	11,8	11,6	11,8	11,7	11,6	11,5	11,6	11,7
estrato 3 Villamaría													
estrato 4 Manizales	10,1	10,3	9,8	9,7	9,8	10,1	9,7	10,0	9,9	9,9	9,7	9,6	9,9
estrato 4 Villamaría	16,0	15,9	15,3	16,3	16,1	15,7	16,2	16,9	16,1	16,0	15,4	15,9	16,0
estrato 5 Manizales	8,9	9,4	8,9	8,7	9,0	8,8	8,8	9,0	8,9	8,8	8,8	8,6	8,9
estrato 6 Manizales	10,0	10,2	9,7	9,4	9,7	9,5	9,8	9,9	10,0	9,7	9,7	9,7	9,8
Total general	11,9	11,8	11,3	11,5	11,4	11,6	11,9	12,1	12,0	12,7	11,9	12,5	11,9

Fuente. Gov.co (2022). Tabla de Excel. <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo->

[Sostenible/HIST-RICO-CONSUMO-ACUEDUCTO/wfdz-jbgc](#)

Nota. Cálculo en Excel del historial de consumo resumido para 3 años, 2017, 18 y 19 promedio para casa estrato.

El consumo promedio de agua de acueducto en Manizales y Villamaría en los últimos 3 años es de 11,9 metros cúbicos por hogar, para llegar a litros por habitante se establecen 3 habitantes promedio por hogar, dato propuesto en las encuestas estadísticas de población con el fin de tener un referente único para estimar asertivamente la demanda de consumo agua (DANE, 2019).

Tabla 13

Consumo promedio agua del acueducto litro/habitante/día para estimar demanda.

Tipo de servicio estratos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
estrato 1 Manizales	126,6	125,7	121,3	122,4	123,6	127,3	123,9	126,5	124,1	123,2	122,5	122,4	124,1
estrato 1 Villamaría	132,0	135,9	135,6	150,6	140,1	135,6	144,2	154,6	136,9	138,5	130,8	151,2	140,5
estrato 2 Manizales	140,6	136,0	131,2	135,5	133,9	135,8	136,4	135,8	134,7	133,4	132,1	134,1	135,0
estrato 2 Villamaría	161,1	137,9	128,9	122,4	118,1	138,8	158,5	152,0	176,6	255,6	191,7	230,0	164,3
estrato 3 Manizales	133,0	133,0	127,9	128,2	129,0	131,0	128,5	131,3	129,7	129,1	127,3	129,0	129,8
estrato 4 Manizales	112,2	114,1	109,4	107,6	109,4	112,0	107,4	111,4	110,5	109,8	107,9	107,1	109,9
estrato 4 Villamaría	177,5	177,0	169,9	181,2	178,5	174,7	179,7	187,8	178,5	178,3	171,1	176,5	177,6
estrato 5 Manizales	98,9	104,1	98,6	96,7	99,5	97,6	98,0	99,9	98,9	97,3	97,7	96,0	98,6
estrato 6 Manizales	110,6	113,3	107,6	104,9	107,3	105,7	109,3	110,3	110,6	107,6	107,7	107,5	108,5
Total general	132,5	130,8	125,6	127,7	126,6	128,7	131,8	134,4	133,4	141,4	132,1	139,3	132,0

Fuente. Gov.co (2022). Tabla de Excel. <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo->

Sostenible/HIST-RICO-CONSUMO-ACUEDUCTO/wfdz-jbgc

Nota: Calculado en tabla dinámica de Excel luego de exportar la información de consumo por suscriptor

Para calcular estos valores y obtener el promedio de consumo diario (132 litros) por persona, se halló primero el dato de consumo por habitante mes convertido en litros por cada estrato y cada mes y luego se calculó consumo por día de cada habitante de la siguiente forma:

$$\text{Consumo promedio habitante mes } L = \frac{\text{Consumo promedio por hogar. } m^3}{3 \text{ habitantes por hogar}} * 1000$$

$$\frac{11,9m^3}{3} * 1000 = 3.966,6 \text{ litros.habitante.mes}$$

$$\text{Consumo promedio habitante día } L = \frac{\text{Litros.habitante.mes}}{30 \text{ días}}$$

$$\frac{3.966,6 \text{ l.hab.mes}}{30 \text{ días}} = 132,2 \text{ litros.habitante.día}$$

Para determinar la demanda de agua lluvia que necesita el hogar se calcula un 40% en consumo de agua en actividades domésticas que el sistema puede satisfacer evitando consumo humano, preparación de alimentos y ducha, con base en la investigación científica realizada en territorio venezolano a cargo de la universidad de Caldas se suma el consumo en L.hab.dia de las actividades que puede satisfacer el sistema y se divide entre el total de consumo agua.

Figura 7

Información base para cálculo de % consumo agua no potable

Actividad	Consumo (L.hab⁻¹.d⁻¹)
Ducha	77,0
Inodoro	94,3
Preparación de alimentos	42,5
Lavado de utensilios de cocina	60,4
Lavado de ropa a mano	1,4
Lavado de ropa en lavadora	15,0
Limpieza de vivienda	2,8
Lavado de vehículos	5,0
Baño de mascotas	1,7
Riego de plantas	1,5
Goteo involuntario	6,0
Total	307,6

Fuente. Rivera, Z. E., Cárdenas, M. J., & Rey, D. C. (2020) artículo científico universidad de Caldas.

En la tabla 14 se relacionan los datos calculados en Excel para hallar la demanda por tipo de cliente, estas posibles configuraciones se tienen en cuenta para tener un mercado más amplio y se pueda satisfacer más hogares, la siguiente fórmula se detalla en el marco teórico.

$$D_1 = \frac{Nu \times Nd \times Dot \times 40\%}{1000}; D_1 = \frac{2 \text{ usuarios} \times 31 \text{ día} \times 132 \text{ litros} \times 40\%}{1000} = 3,27m^3$$

Para tener alternativas más amplias en el negocio se propone analizar 4 tipos de clientes diferentes que difieren en hogares conformados por 2, 3, 4 y 6 personas, sin embargo, con la fórmula se pueden agregar los usuarios por hogar que se necesite calcular

Tabla 14

Demanda mensual promedio por número de usuarios en un hogar.

Me s	Nd. Día s me s	Dot: consum o diario l/hab	Nu. Parci al 2	Nu: Acumula da 2	Nu: Parci al 3	Nu: Acumula da 3	Nu: Parci al 4	Nu: Acumula da 4	Nu: Parci al 6	Nu: Acumul ada 6
oct	31	132	3,3	3,3	4,9	4,9	6,5	6,5	9,8	9,8
nov	30	132	3,2	6,4	4,8	9,7	6,3	12,9	9,5	19,3
dic	31	132	3,3	9,7	4,9	14,6	6,5	19,4	9,8	29,1
ene	31	132	3,3	13,0	4,9	19,5	6,5	26,0	9,8	39,0
feb	28	132	3,0	15,9	4,4	23,9	5,9	31,9	8,9	47,8
mar	31	132	3,3	19,2	4,9	28,8	6,5	38,4	9,8	57,7
abr	30	132	3,2	22,4	4,8	33,6	6,3	44,8	9,5	67,2
ma y	31	132	3,3	25,7	4,9	38,5	6,5	51,3	9,8	77,0
jun	30	132	3,2	28,8	4,8	43,2	6,3	57,7	9,5	86,5
jul	31	132	3,3	32,1	4,9	48,2	6,5	64,2	9,8	96,3
ago	31	132	3,3	35,4	4,9	53,1	6,5	70,8	9,8	106,1
sep	30	132	3,2	38,5	4,8	57,8	6,3	77,1	9,5	115,6

Fuente. Autoría propia

Nota: La demanda mínima que debe satisfacer el sistema de captación pluvial, para un hogar promedio de 3 personas la demanda esperada en un mes como noviembre es de 4,75 metros cúbicos equivalente a un consumo de 53 Litros diarios por persona solo para descarga de inodoros, lavado de ropa, lavadora, limpieza de vivienda, lavado vehículos, baño mascota y riego de planta.

Oferta de Agua al Mercado, Capacidad del Sistema

Se calcula a través de la fórmula detalla en el marco teórico como cálculo del volumen

del tanque de almacenamiento $A_i = \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$, y se calcula en una tabla de Excel para ordenar

la información teniendo en cuenta que se inicia con el mes de más precipitación, adicional el área del techo necesaria para el cálculo de oferta, se calculó con medidas tomadas en campo utilizando el flexómetro en diferentes tipos de casas en el barrio la Isabella de Villamaría, la relación se detalla en la tabla 15 formulada en Excel.

Tabla 15

Área del tejado en metros cuadrados para captación agua lluvia según tipo de cliente.

<i>Ac: Área captación</i>	<i>Dimensiones útiles</i>	<i>Medidas tejado captación P7 #6</i>			
<i>Nu:</i>	<i>1 teja m útil</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>6</i>
<i>Usuarios</i>					
Ancho- m	0,875	4,8	6,6	7,9	9
Largo- m	1,69	4	6	6,5	8,5
Área	1,479	19	40	51	77
Unid Teja p7 #6	1,0	13	27,0	35,0	52,0
Claraboya					
Unid caballete	1,0				

Fuente. Autoría propia. Las dimensiones de cada teja se toman de la ficha técnica de la cubierta proteja Etex Colombia.

El área de captación para cada tipo de cliente se halla multiplicando el ancho y el largo del techo de la vivienda $\text{Área}^2 = \text{Ancho} \cdot m * \text{Largo} \cdot m$.

La cantidad de tejas necesarias para determinar el área de captación del techo se halla:

$$\text{Total tejas und} = \frac{\text{Ancho techo} \cdot m}{\text{Ancho útil 1 teja}} \times \frac{\text{Largo techo} \cdot m}{\text{Largo útil 1 teja}}$$

Luego, el área de techo final que se tiene en cuenta para estimar el volumen de captación de lluvia se determina, $\text{Area final} = \text{Total tejas und} \times \text{área útil 1 teja} \cdot m$

Tabla 16

Área final tejado para captación y cantidad de tejas necesarias.

Ac: Área captación	Cantidad tejado P7 #6 captación agua			
	Nu: Usuarios	2	3	4
Ancho ud	5,5	7,5	10,0	11,0
Largo Ud	2,4	3,6	4,0	6,0
Área	19,20	39,6	59,2	97,6
Total tejas uds	13,0	26,8	40,0	66,0
Claraboya	1,0	2,0	4,0	6,0
Caballote uds	5	7	9	11

Fuente. Autoría propia, la cantidad de claraboyas y caballetes se calcula según el área de techo recomendado por la ficha técnica de la marca proteja Etex Colombia.

Nota. Se debe tener en cuenta para los próximos cálculos de oferta los datos del área total, los resultados en hogares conformados por 2, 3, 4 y 6 habitantes son 19,2 m², 39,6 m², 59,2 m² y 97,6 m² respectivamente.

La empresa quiere ofrecer al mercado la capacidad de agua que se puede captar y aprovechar a través de varios tipos de sistemas los cuales se diferencian exclusivamente por el tipo de vivienda.

En las viviendas se debe hallar el área del tejado (Ac) como se evidencia en la tabla 16, esto indica cual será la cantidad de agua lluvia que puede conducir al sistema según el total de precipitación en el día, mes, año o como se necesite demostrar.

Continuando con los tipos de sistemas estandarizados para la investigación, en la tabla siguiente se relacionan los volúmenes de agua lluvia que se puede captar y por ende ofrecer a los hogares.

Tabla 17

Oferta de agua lluvia a los 4 tipos de clientes a través de la fórmula volumen tanque de almacenamiento expresado en metros cúbicos.

Mes	Precipitación mm - Ppi	2		3		4		6	
		Oferta	Acumulado	Oferta	Acumulado	Oferta	Acumulado	Oferta	Acumulado
abr	173	3,0	3,0	6,2	6,2	9,2	9,2	15,2	15,2
may	148	2,6	5,5	5,3	11,4	7,9	17,1	13,0	28,2
jun	101	1,7	7,3	3,6	15,0	5,4	22,5	8,9	37,1
jul	89	1,5	8,8	3,2	18,2	4,7	27,2	7,8	44,9
ago	98	1,7	10,5	3,5	21,7	5,2	32,4	8,6	53,5
sep	124	2,1	12,7	4,4	26,1	6,6	39,0	10,9	64,4
oct	190	3,3	15,9	6,8	32,9	10,1	49,1	16,7	81,1
nov	155	2,7	18,6	5,5	38,4	8,3	57,4	13,6	94,7
dic	91	1,6	20,2	3,2	41,7	4,8	62,2	8,0	102,7
ene	76	1,3	21,5	2,7	44,4	4,0	66,3	6,7	109,4
feb	93	1,6	23,1	3,3	47,7	5,0	71,2	8,2	117,5
mar	136	2,4	25,5	4,8	52,5	7,2	78,5	11,9	129,5

Fuente. Autoría propia

Entonces para un hogar compuesto por 3 habitantes se deduce que en el mes de más lluvia el cual es abril se puede obtener, $A_i = \frac{173 \cdot 0,9 \cdot 39,6}{1000} = 6,16 \text{ m}^3$ de agua lluvia para satisfacer las necesidades del hogar a excepción de agua para alimentos y bañarse.

La oferta puede variar según la precipitación diaria y acumula del mes ya que estos cálculos están en base a promedios de lluvia, sin embargo, se comprueba que el sistema para un hogar de 3 personas puede captar al año 52.500 litros de agua lo que en teoría abarcaría el 92% de las actividades domésticas de agua no potable para cada persona diariamente.

Para calcular el tanque de almacenamiento necesario para cada tipo de cliente se trae a colación la fórmula argumentada en el marco teórico, $V_i \text{ m}^3 = (A_i \text{ m}^3 - D_i \text{ m}^3) + (A_{(i+1)} \text{ m}^3 - D_{(i+1)} \text{ m}^3)$.

En la tabla 18 se integra el resultado para calcular al cliente el volumen del tanque necesario para almacenar el agua lluvia y que este no quede sobredimensionado o por el contrario disminuido.

Tabla 18

Oferta vs demanda capacidad del tanque almacenamiento.

<i>Nu:</i>	2		3		4		6	
<i>Usuarios</i>								
<i>Mes</i>	<i>Demanda</i>	<i>Reserva tanque</i>	<i>Demanda</i>	<i>Reserva tanque</i>	<i>Demanda</i>	<i>Reserva tanque</i>	<i>Demanda</i>	<i>Reserva tanque</i>
Abr	3,17	-0,18	4,75	1,41	6,34	2,87	9,50	5,69
May	3,27	-0,89	4,91	1,78	6,55	4,21	9,82	8,87
Jun	3,17	-2,32	4,75	0,63	6,34	3,25	9,50	8,24
Jul	3,27	-4,05	4,91	-1,11	6,55	1,44	9,82	6,24
Ago	3,27	-5,63	4,91	-2,53	6,55	0,11	9,82	5,02
Sep	3,17	-6,66	4,75	-2,86	6,34	0,37	9,50	6,41
Oct	3,27	-6,65	4,91	-1,00	6,55	3,94	9,82	13,28
Nov	3,17	-7,14	4,75	-0,23	6,34	5,85	9,50	17,39
Dic	3,27	-8,84	4,91	-1,90	6,55	4,15	9,82	15,56
Ene	3,27	-10,80	4,91	-4,10	6,55	1,65	9,82	12,42
Feb	2,96	-12,15	4,44	-5,22	5,91	0,69	8,87	11,72
Mar	3,27	-13,07	4,91	-5,28	6,55	1,38	9,82	13,84

Fuente. Autoría propia.

Nota. Para ofrecer el tanque adecuado se realiza un promedio entre los valores positivos del mes donde existió reserva de agua y se determina el volumen de tanque más próximo de los que se ofrecen en el mercado de tanques de polietileno hechos por rotomoldeo.

Se evidencia para los tipos de clientes 2 y 3 que en algunos de los meses no habrá reserva de agua por lo que todo lo demandado por el hogar se consume, entonces para estos casos si realmente la lluvia no favorece el cliente debe utilizar menos cantidad de agua lluvia para sus necesidades, sin embargo, el ahorro que se muestra es muy beneficioso en diferentes aspectos, económicos, sociales y ambientales.

Viabilidad Económica del Proyecto de Emprendimiento

Costeo de Producto

Para determinar el costeo se analizan las cantidades de material que se necesitan en cada sección del sistema y se realizan las operaciones de multiplicación, suma y porcentajes para establecer los costos variables del sistema, en esta ocasión se plasma el costeo de una sola sección.

Tabla 19

Costeo a sección aleatoria del sistema.

Sección 2: Conducción agua	U/me d	2 Usuarios		3 Usuarios		4 Usuarios		6 Usuarios	
		Can t	Valor total	Can t	Valor total	Can t	Valor total	Can t	Valor total
Canaleta	M	5	\$ 85.000,0	6	\$ 102.000,0	8	\$ 136.000,0	9	\$ 153.000,0
Unión canaleta	Un	1	\$ 9.000,0	1	\$ 9.000,0	2	\$ 18.000,0	3	\$ 27.000,0
Tapas ext e inter canal	Par	1	\$ 11.000,0	1	\$ 11.000,0	1	\$ 11.000,0	2	\$ 22.000,0
Soportes para canaletas	Par	2	\$ 8.000,0	3	\$ 12.000,0	4	\$ 16.000,0	5	\$ 20.000,0
Unión esquina ext-int	Par	1	\$ 11.500,0	1	\$ 11.500,0	1	\$ 11.500,0	2	\$ 23.000,0
Adaptador canal a bajante sanitario 3"	Un	1	\$ 7.400,0	1	\$ 7.400,0	1	\$ 7.400,0	1	\$ 7.400,0
Codo sanitario 90° 3"	Un	1	\$ 7.000,0	1	\$ 7.000,0	1	\$ 7.000,0	2	\$ 14.000,0
Bajante sanitario 3"	M	1	\$ 15.900,0	1	\$ 15.900,0	2	\$ 31.800,0	2	\$ 31.800,0
Soportes para bajantes	Un	1	\$ 9.000,0	1	\$ 9.000,0	2	\$ 18.000,0	2	\$ 18.000,0
Tee sanitaria 3"	Un	1	\$ 7.700,0	1	\$ 7.700,0	1	\$ 7.700,0	2	\$ 15.400,0
Subtotal			\$ 171.500,0		\$ 192.500,0		\$ 264.400,0		\$ 331.600,0

Fuente. Autoría propia, se recibe apoyo en las cantidades a través de fichas técnicas Pavco.

Tabla 20

Clasificación costos fijos y variables por los 4 tipos de sistemas con tejado y sin tejado.

		Factor	2 usuarios	3	4	6	Total	
				Usuarios	Usuarios	Usuarios		
		%	10%	10%	10%	10%		
Costo variable directo	Imprevistos							
	Completo con tejado	Materiales	1	\$	\$	\$	\$	\$
				1.667.144	2.392.249	3.790.091	5.373.392	13.222.876
		Mano obra	1	\$	\$	\$	\$	\$
			309.373,4	400.366	564.151	764.334	2.038.225	
		Total		\$	\$	\$	\$	\$
				1.976.518	2.792.614	4.354.242	6.137.726	15.261.101
	Sin incluir tejado	Materiales	1	\$	\$	\$	\$	\$
				969.667	1.286.964	1.837.072	2.326.737	6.420.441
		Mano obra	1	\$	\$	\$	\$	\$
			218.381	272.977	400.366	473.159	1.364.883	
	Total		\$	\$	\$	\$	\$	
			1.188.049	1.559.941	2.237.437	2.799.897	7.785.323	
	% mano obra x sistema		15,5%	19,8%	28,3%	36,4%	100,0%	
Costos fijos	Nómina + Prestaciones y seguridad social /Mes	Oficial construcción		\$	\$	\$	\$	
				-	-	-	-	
		Ayudante práctico		\$	\$	\$	\$	
				-	-	-	-	
		Gerente		\$	\$	\$	\$	\$
				246.460	314.449	450.426	577.906	1.589.240
		SubTotal		\$	\$	\$	\$	\$
				246.460	314.449	450.426	577.906	1.589.240
	Servicios administrativos/Mes	Arriendo oficina		\$	\$	\$	\$	\$
				69.786,1	89.037,4	127.540,1	163.636,4	450.000
Servicios			\$	\$	\$	\$	\$	
			31.791,4	40.561,5	58.101,6	74.545,5	205.000	
	SubTotal		\$	\$	\$	\$	\$	
			101.577,5	129.598,9	185.641,7	238.181,8	655.000,0	
	Total costos fijos		\$	\$	\$	\$	\$	
			348.037	444.048	636.068	816.087	2.244.240	

Fuente. Autoría propia.

Nota. Los costos fijos corresponden a los deducibles que se deben reservar para la operación administrativa del proyecto, incluye salario gerente, servicios y arrendamiento de oficina.

Se realizan los cálculos de costo variable aplicando una suma de los costos de cada sección para luego restar el porcentaje de imprevistos en caso de que haya alzas de precios en los materiales, rupturas por manipulación o sobre costos asociados al inicio de proyecto, se debe

tener en cuenta que el costo de mano de obra entra a costos variables por el tipo de contrato obra y labor que se desea implementar en los inicios del proyecto. (Ramirez, D; 2016)

Para determinar el precio de venta se debe conocer el tiempo de instalación de cada tipo de sistema y el valor de cada hora para determinada costo labor, con base en esto se puede calcular sobre el tiempo calendario hábil de trabajo cuantos sistemas se pueden montar.

Tabla 21

Costeo hora de trabajo en la instalación completa de 1 sistema.

Mano de obra		2	Usuario	3	Usuario	4	Usuario	6	Usuario
	U/med	Cantida	s	Cantida	s	Cantida	s	Cantida	s
		d	Valor	d	Valor	d	Valor	d	Valor
			total		total		total		total
Cubierta- Oficial	Hora	5	\$	7	\$	9	\$	16	\$
			51.143		71.600		92.057		163.65
									7
Conducción- Oficial	Hora	3	\$	4	\$	6	\$	9	\$
			30.686		40.914		61.371		92.057
Filtración- Oficial	Hora	3	\$	3	\$	4	\$	4	\$
			30.686		30.686		40.914		40.914
Almacenamiento - Oficial	Hora	2	\$	3	\$	3	\$	4	\$
			20.457		30.686		30.686		40.914
Distribución final- Oficial	Hora	4	\$	5	\$	9	\$	9	\$
			40.914		51.143		92.057		92.057
Total Semana	H/\$	17	\$	22	\$	31	\$	42	\$
			173.88		225.02		317.08		429.60
			6		8		6		0
Cubierta- Ayudante	Hora	5	\$	7	\$	9	\$	16	\$
			33.109		46.353		59.597		105.94
									9
Conducción- Ayudante	Hora	3	\$	4	\$	6	\$	9	\$
			19.866		26.487		39.731		59.597
Filtración- Ayudante	Hora	3	\$	3	\$	4	\$	4	\$
			19.866		19.866		26.487		26.487
Almacenamiento - Ayudante	Hora	2	\$	3	\$	3	\$	4	\$
			13.244		19.866		19.866		26.487
Distribución final- Ayudante	Hora	4	\$	5	\$	9	\$	9	\$
			26.487		33.109		59.597		59.597
Total Semana	H/\$	17	\$	22	\$	31	\$	42	\$
			112.57		145.68		205.27		278.11
			1		0		7		7
9,6 Horas Jornada	Día/se	1,8		2,75		3,88		4,38	
	m								
Subtotal			\$		\$		\$		\$
			286.45		370.70		522.36		707.71
			7		9		2		7

Fuente. Autoría propia con apoyo técnico de oficiales de la construcción en Manizales.

Tabla 22

Capacidad de sistemas instalados en 1 mes a 8 tipos de usuarios.

			Días /mes	2 Usuarios	3 Usuarios	4 Usuarios	6 Usuarios
Capacidad Rendimiento	Completo con tejado	Unidades / Mes	21	11	8	6	4
		Mano obra hora/sist ^a	202	18,36	23,76	33,48	45
		% Participación prom		38%	28%	21%	14%
	Sin incluir tejado	Unidades / Mes	21	16	12	8	7
		Mano obra hora/sist	202	12,96	16,2	23,76	28,08
		% Participación prom		37%	28%	19%	16%

Fuente. Autoría propia.

Nota. Con los recursos disponibles se calcula la cantidad de sistemas que se pueden instalar por cada tipo de usuario, por tanto, se pueden instalar 16 sistemas de 2 usuarios sin incluir tejado o 8 sistemas de 3 usuarios incluyendo el tejado.

^a En las horas calculadas de mano de obra se le adiciona un factor del 8% por tiempos perdidos, aquí no se adicionan tiempos suplementarios ya que en la tabla anterior ya estaban incluidos.

También se calcula el costo unitario consolidando los costes variables hallados en las tablas anteriores y los costos fijos resultado de dividir el costo fijo total sobre el rendimiento de sistemas instalados en el mes, con el fin de precisar cuanto le cuesta a la empresa entregar un sistema instalado en el hogar del cliente.

Es de gran importancia tener los valores que se detallan en la tabla siguiente pues de allí parte el precio de venta que se le dará al mercado y también sirve para analizar desviaciones bajo seguimiento y planes de mejora cuando el proyecto este en marcha e incluso el que hacer con los recursos y el proceso para la reducción de costes.

Tabla 23

Costo unitario para los diferentes tipos de sistemas.

		2 Usuarios	3 Usuarios	4 Usuarios	6 Usuarios	
Costo Unitario	Completo con tejado	Costo Variable unitario	\$ 1.976.518	\$ 2.792.614	\$ 4.354.242	\$ 6.137.726
		Costo fijo unitario	\$ 204.022	\$ 280.530	\$ 374.040	\$ 561.060
		Total costo unitario	\$ 2.180.540	\$ 3.073.144	\$ 4.728.282	\$ 6.698.786
	Sin incluir tejado	Costo Variable unitario	\$ 1.188.049	\$ 1.559.941	\$ 2.237.437	\$ 2.799.897
		Costo fijo unitario	\$ 140.265	\$ 187.020	\$ 280.530	\$ 320.606
		Total costo unitario	\$ 1.328.314	\$ 1.746.961	\$ 2.517.967	\$ 3.120.502

Fuente. Autoría propia, adjuntando los diferentes costos desarrollados en tabla de Excel.

Nota. En el total de secciones que hay en los costos variables el que demanda más presupuesto son las cubiertas con un 42% y cuando el sistema se oferta sin tejado el que más presupuesto de costo tiene es la mano de obra con un 32%.

* Resulta más favorable para cualquier persona la adquisición del sistema sin incluir tejado.

La importancia de los cálculos financieros aterriza cuando se establece el precio de venta del sistema ya que es de gran importancia ofertar al mercado un valor atractivo pero que también deje utilidades a la empresa, para tal fin se calcula cada sistema con un margen de utilidad del 11%, entonces se toma el costo unitario del sistema y se divide entre la diferencia de 1 menos el margen de utilidad propuesto. (Ramirez, 2016).

Estos precios deben impactar en el mercado por su ventaja económica pero el énfasis principal del proyecto radica en los beneficios que conlleva el sistema en un hogar, por ende, debe llamar más la atención las cualidades que tiene el sistema de captación pluvial que el mismo coste económico.

Tabla 24*Precio de venta establecido al mercado.*

			Margen	2 Usuarios	3 Usuarios	4 Usuarios	6 Usuarios
Margen de venta	Completo con tejado	Precio venta unitario	11%	\$ 2.450.045	\$ 3.452.971	\$ 5.312.677	\$ 7.526.726
		Margen contributivo		\$ 473.527	\$ 660.357	\$ 958.435	\$ 1.389.000
		Margen C ponderado		\$ 179.614	\$ 182.167	\$ 198.297	\$ 191.586
		Utilidad operativa		\$ 269.505	\$ 379.827	\$ 584.394	\$ 827.940
		Precio venta unitario	11%	\$ 1.492.487	\$ 1.962.877	\$ 2.829.177	\$ 3.506.182
		Margen contributivo		\$ 304.439	\$ 402.937	\$ 591.739	\$ 706.286
		Margen C ponderado		\$ 113.279	\$ 112.447	\$ 110.091	\$ 114.977
	Sin incluir tejado	Utilidad operativa		\$ 164.174	\$ 215.917	\$ 311.209	\$ 385.680

Fuente. Autoría propia.

Nota. Cada precio de venta es un estimado a la configuración inicial de tipos de sistemas, pero según las necesidades del cliente este precio puede variar al realizar una cotización personal.

El análisis de punto de equilibrio precisa en qué momento los ingresos a la empresa por ventas del sistema son iguales a los costos, o sea no hay utilidad ni pérdida, por tanto, las expectativas de ventas del sistema deben estar por encima del valor calculado y en su defecto este valor debe ser alcanzable. (Ramirez, 2016).

Para que la empresa supere el punto de equilibrio se debe tener claro el objetivo financiero que se debe alcanzar o sea las ventas y también los costos de operación como los rendimientos y precios de insumos, es por ello que se debe estudiar la viabilidad comercial en el mercado a través de la prueba de aceptación del sistema en las personas.

Una clave importante para que los niveles financieros sostengan la empresa es empoderar a las personas que trabajen allí, darles estabilidad y conocimientos y ellos lo devolveran con resultados.

Tabla 25

Punto de equilibrio.

			2	3	4	6		
			Usuarios	Usuarios	Usuarios	Usuarios		
Punto de equilibrio	<i>Completo con tejado</i>	Sistemas a vender und/usuario	Cada uno	5	3	2	2	Total general
		P.E.Múltiple unidades	grupal	1,1	0,8	0,6	0,4	3,0
		Múltiple valor \$		\$ 2.774.689	\$ 2.844.006	\$ 3.281.801	\$ 3.099.658	\$ 12.000.154
	<i>Sin incluir tejado</i>	Sistemas a vender und/usuario		7	6	4	3	Total general
		Múltiple unidades		1,9	1,39	0,9	0,8	5,0
		Múltiple valor \$		\$ 2.764.730	\$ 2.727.071	\$ 2.620.428	\$ 2.841.546	\$ 10.953.774

Fuente. Autoría propia

Nota. Para conseguir que la empresa sea viable financieramente se deben vender 5 sistemas sencillos sin tejado facturando mensualmente 10.953.774 pesos o 3 sistemas que incluyen tejado para un total de 12.000.154 pesos.

Viabilidad Comercial y Aceptación de Propuesta en la Población

Para garantizar que el sistema de captación de agua lluvia despierta el interés de la población, se deben utilizar instrumentos de medición que faciliten agrupar las características del producto más valoradas por los clientes, además permite validar que tan alineada está la propuesta de valor diseñada con el resultado del instrumento a utilizar que en este caso será la encuesta.

Tamaño de Muestra para Encuesta

Para obtener la viabilidad comercial en ventas e implementar el mercadeo del producto, primero se conoce la población total de hogares comprendida en los municipios de Manizales y Villamaría en el área urbana y área rural, luego se calcula la cantidad de viviendas que sean casas ya que cumple con las condiciones para implementar el sistema, después se halla la población apta para usar el sistema de captación agua lluvia equivalente al universo para hallar la muestra.

Como en Villamaría solo se tiene información de la cantidad de viviendas en el 2018 y el % de solo casas en el 2005 se debe hallar la cantidad de casas para el 2005 teniendo en cuenta la variación porcentual positiva del 34,7% de vivienda entre el 2005 al 2018. (DANE, 2010)

La información necesaria para hallar la muestra poblacional se encuentra resumida en la Tabla 26.

Tabla 26

Información estadística para definir muestra poblacional.

Estadística	Manizales	Villamaría
(Tv) Total viviendas	158.396	23.065 (2018) $\frac{23.065}{1,347} = 17.123$ (2005)
(Vpp) Viviendas ocupadas con personas presentes	84,9 %	
(Vc) Tipo vivienda casa urbana y rural	50,2%	66,4% (2005)
Hallar la población total apta para usar el sistema	<i>(Pas) Población apta para usar el sistema</i> $= Tv * Vpp * Vc$	
Población total apta para usar el sistema (Universo)	$Pas = 158.396 * 84,9\% * 50,2\%$ $Pas = 67.508$	$Pas = 17.123 * 66,4\%$ $Pas = 11.370$

Fuente. Autoría propia, algunos datos son sacados del DANE (2018).

El apoyo teórico es de la página QuestionPro (2022), sirve para calcular la cantidad de encuestas a realizar a la población, se debe resolver la siguiente fórmula estadística del tamaño de muestra para población finita.

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

Donde,

n= Tamaño de muestra

Z= Puntuación del nivel de confianza el cual se divide en los siguientes puntos:

Tabla 27

Puntuación z nivel de confianza.

1	2	3	
90%	95%	99%	Nivel de confianza
1,645	1,96	2,576	Puntuación Z

Fuente. QuestionPro (2022)

p= Probabilidad de que ocurra el evento (Éxito)

q= Probabilidad de que No ocurra el evento (Fracaso)

N= Tamaño de la población objeto de estudio (Universo)

e= Margen de error aceptado

Se determina una probabilidad de éxito del 60% ya que solo hay suposiciones y fracaso en 40%, en nivel de confianza se estima en 90% o sea una puntuación Z de 1,645; el margen de error que se espera es 6% y la población hallada en la tabla anterior es 78.878 viviendas aptas para instalar el sistema en las ciudades de Manizales y Villamaría, se reemplazan datos y se resuelve la fórmula:

$$n = \frac{1,645^2 * 0,6 * 0,4 * 78.878}{0,06^2 * 78.877 + 1,645^2 * 0,6 * 0,4}; n = \frac{51.227}{284,6}; n = 180$$

Para obtener una información confiable y representativa de la viabilidad del proyecto de emprendimiento se determina una muestra de 180 encuestas a realizar para habitantes de las dos ciudades.

Diseño y Puesta en Marcha de Encuesta

La encuesta se entregará a todo tipo de persona mayor de edad que tenga la oportunidad de tomar el celular e ingresar al link que se le envía por cadena de WhatsApp, la duración de respuesta depende de la habilidad para leer, comprender y tomar decisiones con un estimado máximo de 5 minutos para personas que saben interpretar con grado de escolaridad básico; el cuestionario se divide en 2 secciones, la primera consta de aspectos demográficos con el fin caracterizar a la población, analizar los tipos de sistema más viables para ofertar y la estabilidad monetaria. La otra sección llamada identificación de preferencias tiene como objetivo recopilar la importancia que tiene para las personas el proyecto de captar agua lluvia, también para que servicios en el hogar lo utilizaría y muy importante demostrar la viabilidad de adquirir el sistema al precio de venta estimado.

Se desarrolla en la plataforma forms para facilitar el análisis de la información y descargar en Excel las respuestas, los puntos clave para indagar a las personas son los siguientes:

Ciudad de residencia.

Edad.

Cuántas personas viven en el hogar.

Tipo de vivienda en la que vive.

Estrato socioeconómico.

Ocupación u oficio.

Número de personas que colaboran con ingresos al hogar.

Interés en generar hábitos para el medio ambiente.

Conoce de sistemas de captación de lluvia.

Importancia de aprovechar el agua lluvia.

Opinión abierta de los beneficios esperados del sistema.

En que tipo de sistema estaría dispuesto a invertir.

Figura 8

Diseño de identidad del producto ofrecido.



Fuente. Autoría propia.

Cuanto estaría dispuesto a invertir.

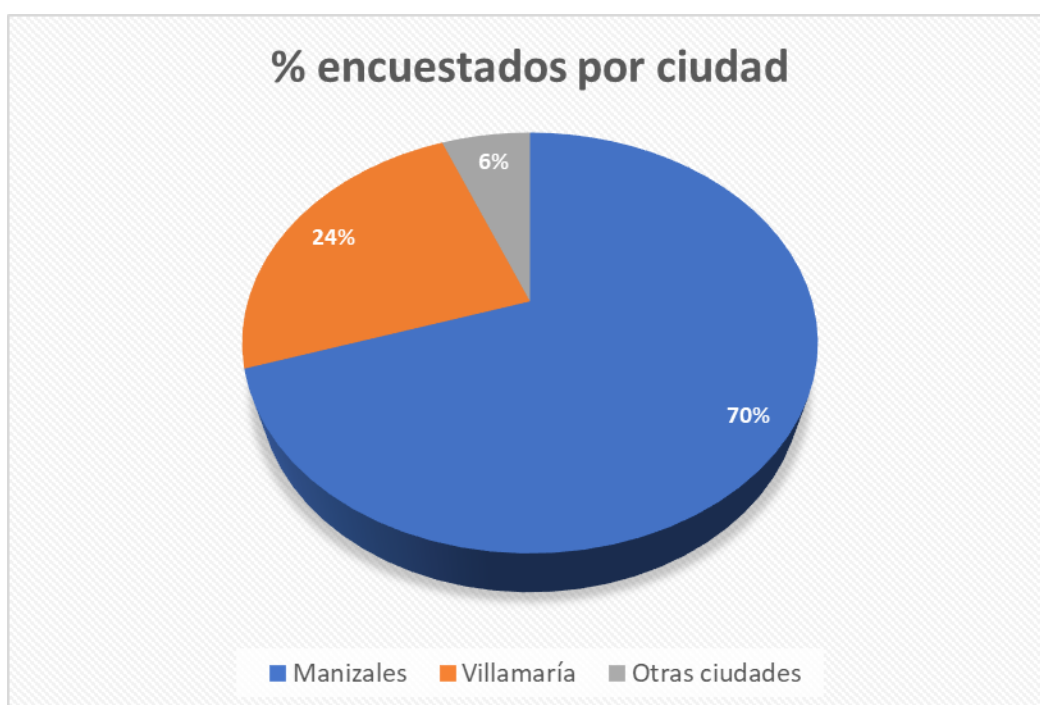
En total se responde 183 encuestas de las 180 correspondientes a la muestra las preguntas se pueden ver en el enlace de forms: <https://forms.office.com/r/S5fHvrtP9m>

Resultado de Encuesta

Las respuestas de cada participante se integran en un Excel que la misma aplicación de forms se encarga de ordenar, las 183 respuestas representan los aspectos demográficos de la población y percepción que tienen frente al proyecto de comercialización del sistema de captación aguas lluvias.

Figura 9

Aspecto demográfico participación por ciudad.



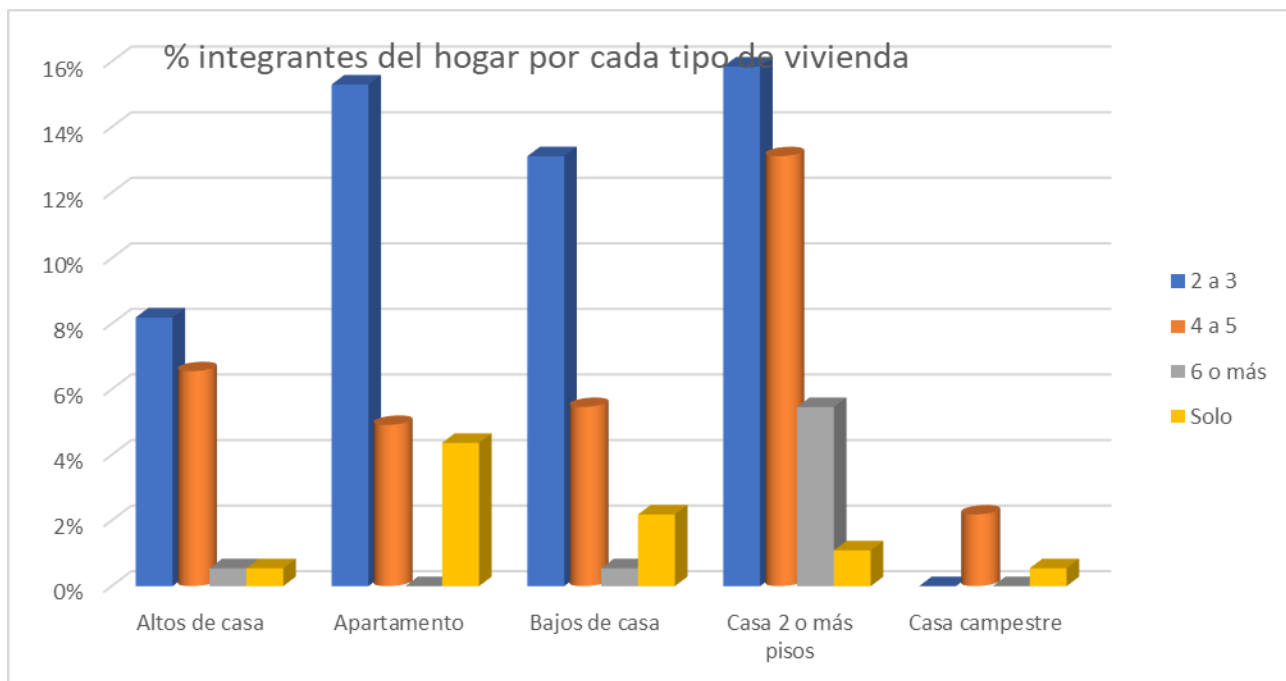
Fuente. Resultado del cuestionario de forms, en el link se pueden apreciar el resumen de todas las respuestas.

https://forms.office.com/Pages/AnalysisPage.aspx?AnalyzerToken=zjphFYInajR3YWRBLVt16qwHkKM9kVtL&id=elQA_LskT06dYXP8peud8_YLOBS1tERIlggnCGE2WvtUNIJZMUUVGSzA0UIUzNjFSOVVGMFJCWkZPMi4u

Nota: El 6% de otras ciudades son personas que han vivido en Manizales y conocen de la ciudad y sus necesidades.

Figura 10

% de personas que integran los diferentes tipos de hogar.



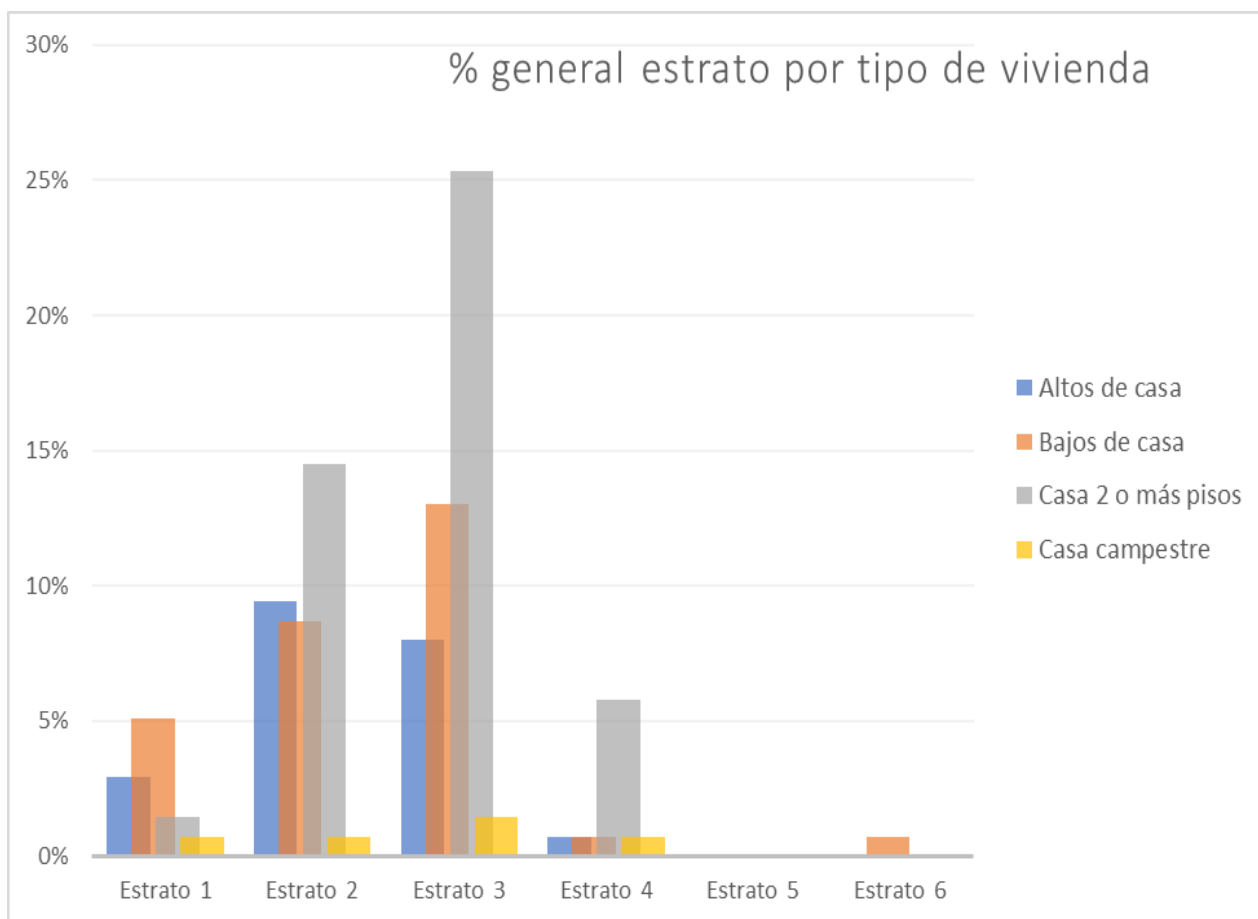
Fuente. Autoría propia, recopilación en forms.

Nota. La mayor cantidad de habitantes por hogar registrados en la encuesta son de 2 a 3 personas (52%) muy acorde a la encuesta citada del (DANE, 2018), el tipo de hogar más frecuente es la “casa de 2 o más pisos” con 35,5% sobre el total de tipos de viviendas.

Para que el sistema de captación pluvial cumpla con el compromiso de oferta al mercado es importante aclarar que no todas las viviendas tienen las características apropiadas para que el sistema funcione adecuadamente, por consiguiente, la oferta se inclina principalmente a los tipos de casas con 2 o más pisos, altos de casa, casa campestre y algunos bajos dependiendo de la características y necesidades.

Figura 11

% tipos de hogar repartido por los estratos.



Fuente. Autoría propia, recopilación de datos con apoyo del programa Forms.

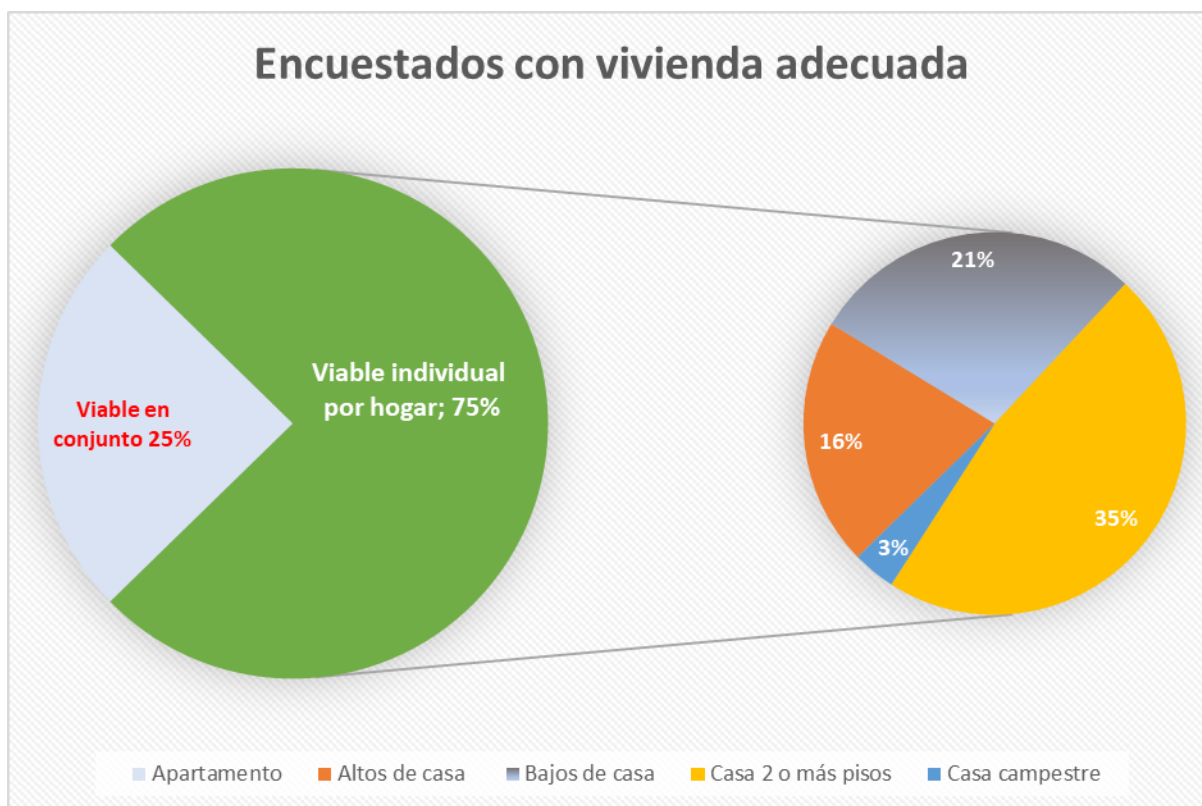
Nota. El estrato 3 es el más representativo con un 47,8% del total de encuestas representando los tipos de casa de 2 o más pisos adecuada para instalar el sistema.

*La población media encuestada estaría con mejores recursos para solventar la adquisición del sistema de captación agua lluvia.

La población de estratos altos en la ciudad es un representación pequeña la cual sería importante evaluar para medir el nivel de conciencia frente a las buenas prácticas de cuidado ambiental.

Figura 12

Viabilidad por tipo de hogar apropiado para instalar sistema.



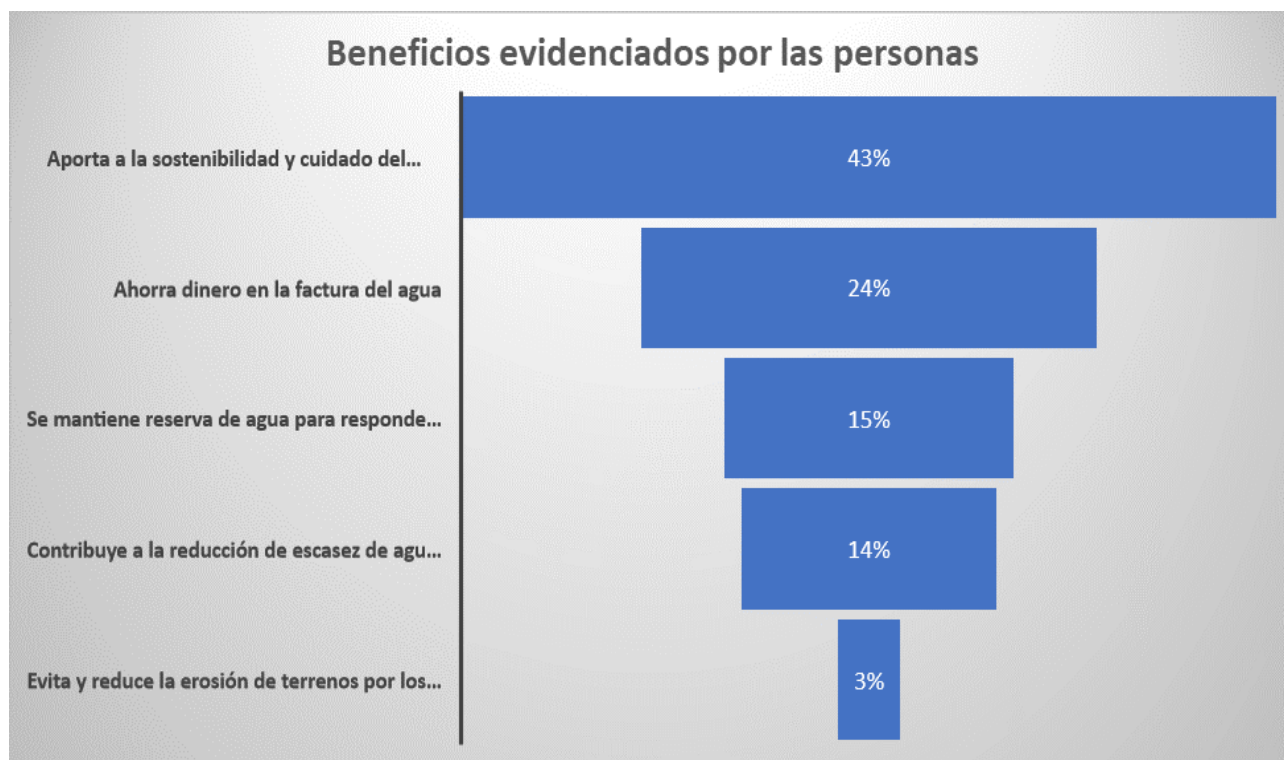
Fuente. Autoría propia, recopilación datos con el apoyo del programa Forms.

El 75% de los hogares encuestados cuentan con un diseño apropiado para instalar un sistema de captación pluvial esto demuestra lo favorable para la región ya que la mayoría se pueden beneficiar del sistema.

Para la empresa resulta atractivo y retador promover el uso de estos sistemas en el hogar a través del mercadeo que se le haga al proyecto. Para el 25% de población restante con infraestructura no apropiada se puede ofertar el beneficio en zona común del edificio y resultaría algo diferente que favorece a todo el edificio.

Figura 13

Percepción de beneficios por la población encuestada.



Fuente. Autoría propia, recopilación de información con el apoyo de Forms.

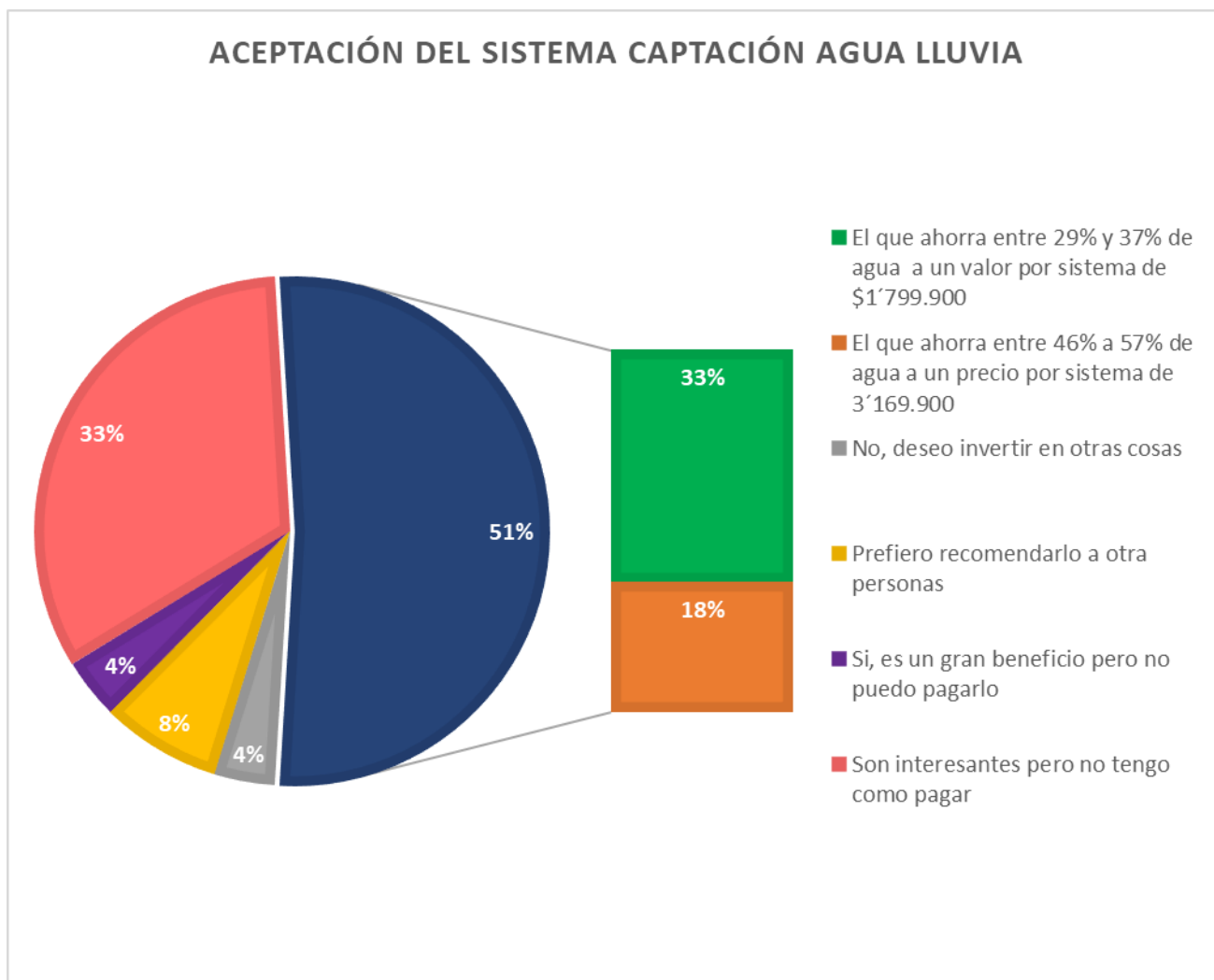
Con un 43% el beneficio más relevante que consideran las personas sobre el sistema de captación pluvial tiene que ver con la conciencia en cuidar y sostener los recursos naturales, esto indica que las personas se interesan por implementar buenas prácticas de consumo sostenible en pro de alargar la vida del planeta, también el otro hito importante con un 24% es el ahorro de dinero en facturación, claramente las personas desean hacer una inversión pero que esta misma les represente un beneficio económico.

El 33% restante de beneficios esperados se agrupan en atacar los problemas de escases de agua e inundaciones que perjudican el suelo, En resumen, estos resultados demuestran que la metodología de propuesta de valor y percepción de la empresa hacia el cliente se alinean con los beneficios esperados que el sistema puede ofrecer al mercado.

La viabilidad comercial que demuestra el interés de los usuarios en adquirir el producto se puede analizar en la figura 14.

Figura 14

Viabilidad comercial por aceptación del mercado.



Fuente. Autoría propia, recopilación de datos con el apoyo de Forms, link resumen de resultados.

https://forms.office.com/Pages/AnalysisPage.aspx?AnalyzerToken=zjphFYInajR3YWRBLVt16qwHkKM9kVtL&id=e1QA_LskT06dYXP8peud8_YLOBS1tERIlggnCGE2WvtUNIJZMUVGSzA0UIUzNjFSOVVGMFJCWkZPMi4u

El 51% de la población encuestada se interesa y puede adquirir el sistema de captación pluvial gracias a los beneficios que se generan en sostenibilidad del medio ambiente y ahorros económicos generados, para el 33% es viable pagar por el sistema un promedio de 1'799.900 y para el 18% invertirían en el sistema de 3'169.900 para ahorrar en promedio 52% de agua por consumo doméstico.

Representación de Ahorro en Clientes

Se recolecta el costo que ofertan los prestadores del servicio para consumo de agua los cuales se deben pagar por los usuarios mensualmente.

Tabla 28

Tarifas de consumo acueducto y alcantarillado Manizales.

Estrat o econó mico	Valor metro cúbico Acueducto			Valor metro cúbico Alcantarillado			Consumo promedio mensual acueducto y alcantarillado sin recargo fijo	
	0 - 16 m3	17 - 32 m3	> 32 m3	0 - 16 m3	17 - 32 m3	> 32 m3	m3	Valor
Estrat o 1	\$ 724,0	\$ 1.956,7	\$ 1.956,7	\$ 480,7	\$ 1.299,2	\$ 1.299,2	11,90	\$ 14.336
Estrat o 2	\$ 1.174,0	\$ 1.956,7	\$ 1.956,7	\$ 779,5	\$ 1.299,2	\$ 1.299,2	13,46	\$ 26.295
Estrat o 3	\$ 1.663,2	\$ 1.956,7	\$ 1.956,7	\$ 1.104,3	\$ 1.299,2	\$ 1.299,2	11,67	\$ 32.297
Estrat o 4	\$ 1.956,7	\$ 1.956,7	\$ 1.956,7	\$ 1.299,2	\$ 1.299,2	\$ 1.299,2	12,94	\$ 42.131
Estrat o 5	\$ 2.935,0	\$ 2.935,0	\$ 2.935,0	\$ 1.948,8	\$ 1.948,8	\$ 1.948,8	8,90	\$ 43.466
Estrat o 6	\$ 3.130,7	\$ 3.130,7	\$ 3.130,7	\$ 2.078,7	\$ 2.078,7	\$ 2.078,7	9,80	\$ 51.052

Fuente. Econtec soluciones (2021).

Nota: Se organizan datos en Excel, los consumos promedios mensuales de acueducto y alcantarillado en m3 es extraído de la tabla 12 “Promedio consumo agua acueducto por hogar Manizales y Villamaría”, y se multiplica por el costo en acueducto y alcantarillado de 0-16 m3 para hallar el valor en pesos promedio que gasta un hogar en dichos servicios.

Los detalles de ahorro por consumo de agua del acueducto que se oferta al mercado según el tipo de sistema se recopilan en la Tabla 29, y viene de toda la investigación realizada en los puntos de cálculo volumen de almacenamiento y demanda por usuario, la información está en promedios por lo que es susceptible a variar.

Tabla 29

Ahorro mensual agua de acueducto, oferta vs demanda.

Tipo usuario	Oferta agua m ³	Valor sistema sin tejado	Demanda agua m ³	% Ahorro acueducto
2 Usuarios	3,0	\$ 1.492.487	7,92	37,9%
3 Usuarios	5,00	\$ 1.962.877	11,88	42,1%
4 Usuarios	8,00	\$ 2.829.177	15,84	50,5%
6 Usuarios	14,00	\$ 3.506.182	23,76	58,9%

Fuente. Autoría propia.

La oferta se calcula con promedio de precipitaciones actuales en los que el IDEA (2022) informa en su Geo portal SIMAC los mm de agua lluvia promedio de 25 días, con el fin de dar al cliente un valor más real del presente se toma un valor de precipitación del mes de noviembre del 2022 y se calcula con la fórmula de la tabla 16 “volumen del tanque de almacenamiento” $A_i =$

$$\frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

Para dimensionar el ahorro en dinero mensual que pueden obtener los usuarios por utilizar el sistema de captación pluvial, se debe calcular la fórmula algebraica: $x(b + c)$, en donde:

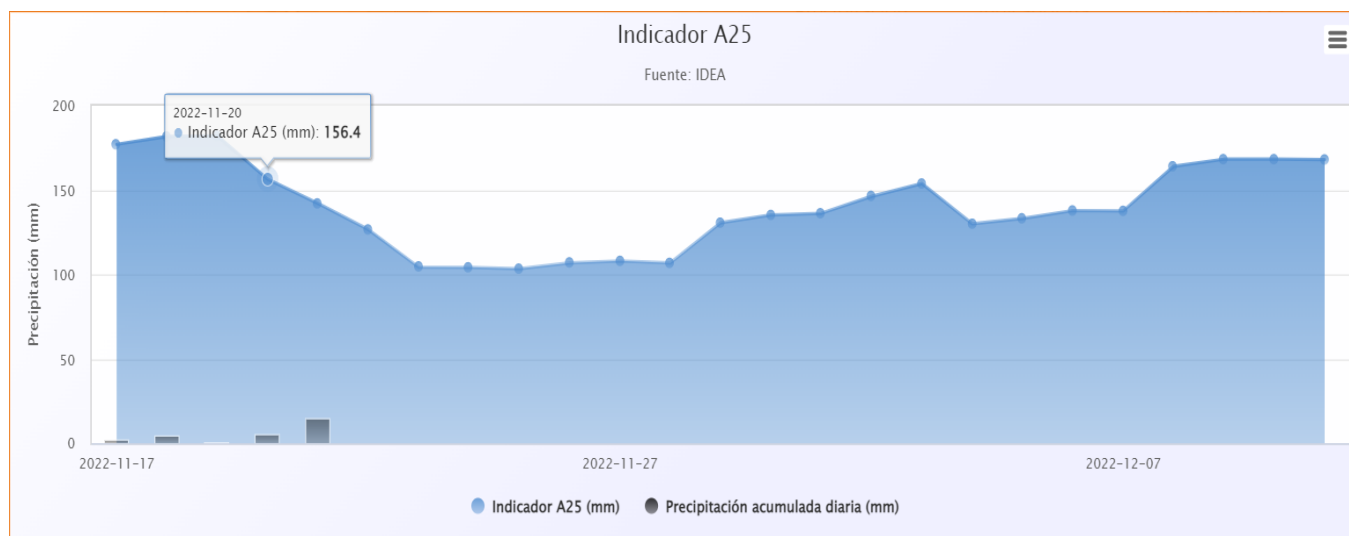
x: Oferta agua m³ valor que se obtiene en la tabla anterior 29 “ahorro mensual agua acueducto, oferta vs demanda”

b: Valor m^3 del acueducto por estrato en el rango de consumo $0-16m^3$ obtenido de la tabla 28 “Tarifas de consumo acueducto y alcantarillado Manizales”.

c: Valor m^3 del alcantarillado por estrato en el rango de consumo $0-16m^3$ obtenido de la tabla 28 “Tarifas de consumo acueducto y alcantarillado Manizales”.

Figura 15

Precipitación noviembre - diciembre 2022 estación Manizales.



Fuente. IDEA (2022), Promedio de lluvia en 25 días por el Geo portal de SIMAC.

Siendo una de las promesas del proyecto de emprendimiento beneficiar a los clientes en un ahorro económico se plasmará en la siguiente tabla el ahorro por estrato y por tipo de usuario, cabe recalcar que el ahorro será mayor o menor dependiendo de la cantidad de agua lluvia que se capte o la reducción de consumo de agua en el hogar.

Un sistema que permita ahorrar dinero de un recurso tan vital por medio del aprovechamiento de las precipitaciones naturales, sin duda representa a los clientes una tentación para invertir.

El costo beneficio del proyecto también se puede calcular, pero al tener un precio de acueducto relativamente económico la recuperación de inversión sería a largo plazo.

Tabla 30

Promedio de ahorro en dinero al utilizar el sistema de captación agua lluvia.

Estrato	2 Usuarios	3 Usuarios	4 Usuarios	6 Usuarios
económico				
Estrato 1	\$ 3.614,0	\$ 6.023,4	\$ 9.637,4	\$ 16.865,5
Estrato 2	\$ 5.860,6	\$ 9.767,7	\$ 15.628,2	\$ 27.349,4
Estrato 3	\$ 8.302,5	\$ 13.837,6	\$ 22.140,1	\$ 38.745,1
Estrato 4	\$ 9.767,7	\$ 16.279,5	\$ 26.047,1	\$ 45.582,5
Estrato 5	\$ 14.651,5	\$ 24.419,2	\$ 39.070,7	\$ 68.373,8
Estrato 6	\$ 15.628,3	\$ 26.047,1	\$ 41.675,4	\$ 72.931,9

Fuente. Autoría propia.

Del proyecto también se evidencia un apoyo económico al reducir los consumos de agua que oferta las entidades prestadoras al hogar, ya que se reemplaza con agua lluvia en un promedio de 42% en los hogares de 3 personas, tipo de hogar más enunciado en las encuestas.

Seguridad del Agua Suministrada por el Sistema

Para garantizar que el sistema cumpla con las buenas prácticas de abastecimiento, almacenamiento y distribución de agua sin afectar la calidad al servicio prestado se debe cumplir con las indicaciones tomadas de OMS (2018) que se describen a continuación.

Identificación fuentes de contaminación y establecer las medidas de control de riesgos.

Seguimiento al buen funcionamiento y a los planes de acción que evita contaminación en el sistema de manera periódica.

Pruebas de calidad del agua para consumo humano que exigen las normas nacionales, regionales y locales así el sistema no esté diseñado para suministrar agua de consumo humano.

Procedimiento que permita comprobar el plan de seguridad del agua suministrado por el sistema a través de indicadores y metas.

Implementar programas de concientización a los clientes y potenciales clientes en el uso del sistema.

Las medidas de control por riesgos de contaminación en el sistema de captación se pueden implementar en el funcionamiento propuesto.

Tabla 31

Medidas de control por riesgo de contaminación en el agua lluvia.

Riesgos	Fuentes de contaminación	Medidas de control
Contaminación en captación techo y conducción	Aves, roedores, pequeños mamíferos	Malla protectora en canaleta y entrada conductos Limpieza canaleta
	Escombros, días de sequía, excremento.	Eliminar residuos de techo Captador de primeras aguas función de purga (20 a 25 litros)
almacenamiento agua por estanco	Tiempo de más sin oxigenación del agua, criadero mosquitos	Tubería de filtración interna.

Fuente. Autoría propia, Se toman las recomendaciones de OMS (2018).

Conclusiones

El perfil del cliente analizado por la metodología canvas y las respuestas de los encuestados tienen similitud de prioridades y necesidades a satisfacer, entre las más importantes se encuentran aportar al cuidado del medio ambiente con prácticas domésticas sustentables, ahorrar agua y costes por el servicio de acueducto y mantener una reserva de agua para una eventualidad.

El sistema ofertado por el proyecto es viable en su parte técnica y funcional ya que se calcula con los recursos necesarios para captar agua en diferentes tipos de hogares, el resultado para un hogar de 3 personas es que se oferta un promedio del 92% de toda el agua no potable que se consume para actividades domésticas, esto quiere decir que el agua ofertada por el sistema satisface la demanda de los usuarios.

La capacidad de instalación de sistemas por medio de los recursos establecidos, supera un 220% a la meta de unidades por vender para llegar al punto de equilibrio.

Los objetivos económicos frente a los resultados de las encuestas son viables y se pueden cumplir ya que el 51% de la muestra poblacional acepta invertir en uno de los sistemas, por lo tanto, se puede contar con ingresos mensuales mínimos a la empresa de 10'800.00 a 12'000.000 para cumplir con el punto de equilibrio.

Se puede inferir de los resultados obtenidos de las encuestas acerca del interés en invertir en los sistemas de captación que las personas con una casa de dos o más pisos son los más interesados en adquirir el sistema con una participación del 36%, y que del total de interesados en comprar el sistema el 60% vive en hogares conformados por 2 a 3 personas, por lo tanto, el proyecto es mucho más viable gracias a la facilidad de diseño para estos tipos de configuraciones.

Se concluye de las encuestas que hay una aceptación del mercado en el sistema de captación pluvial ya que las personas están conscientes del impacto positivo que representa una nueva práctica de ahorro y consumo de agua.

Referencias Bibliográficas

- Avendaño, Á., & Velasco, D. (2019, 10 de Agosto). Colombia: Escasez de agua por palma y petróleo en puerto Gaitán. *Rutas del conflicto*.
<https://rutadelconflicto.com/notas/colombia-escasez-agua-palma-petroleo-puerto-gaitan>
- Ballén, J., Galarza, M., Ortiz, R. (2006, 7 de Junio). *Historias de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia* [Ponencia]. Seminario Iberoamericano sobre sistemas de abastecimiento urbano de agua, Brasil.
https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BALLEN%20et%20al.%202006.%20Historia%20de%20los%20sist%20de%20aprovechamiento%20agua%20lluvia.pdf
- Benavides, A. (2022). *Contrato de trabajo por obra o labor-liquidación de salario y prestaciones sociales*. Ministerio de trabajo.
<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/63113441/8223+CONTRATO+DE+O+BRA+CONTRATO+REALIDAD+LIQUIDACION.pdf/5150c3eb-8f9b-0081-7320-59b18703d8e0?version=1.0&t=1646090356289&download=true>
- Benavides, A.A. y Arévalo, D.F. (2017). *Sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, para una vivienda de interés social en el barrio la victoria de la localidad de san Cristóbal*. [Tesis pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Universidad Católica de Colombia. <http://hdl.handle.net/10983/14536>
- Cámara de comercio de Manizales por Caldas. (15 de Septiembre de 2022). Respuesta PBD CCMPC1E22- 2760 [Correo Electrónico]. Manizales, Caldas.

Corporación Ambiental Empresarial Caem. (2019). *Panorama del agua en Colombia: retos y acciones*. Corporación ambiental empresarial.

<https://www.caem.org.co/noticias/panorama-del-agua-en-colombia/>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2010). *Boletín censo general 2005 Villamaría, Caldas*. DANE.

http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/17873T7T000.PDF

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2019). *Resultado censo nacional de población y vivienda 2018. Manizales, Caldas*. DANE.

<https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/191019-CNPV-presentacion-Caldas-Manizales.pdf>

Departamento administrativo Nacional de Estadística DANE. (2020). Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas Rev 4 adaptada para Colombia. Biblioteca Cámara de Comercio Bogotá. <http://hdl.handle.net/11520/26016>

Econtec consultores. (2021). *Comercialización de servicios, tarifa por servicios por estratos y usos*. Empocaldas. <https://empocaldas.com.co/ModeloTarifario>

Etex Colombia. (2022). Tanques de almacenamiento Acuaviva Ficha técnica, *Acuaviva*.

<https://www.acuaviva.com/siteassets/documentos/fichas-tecnicas/ficha-tecnica-tanques-acuaviva.pdf?v=4aa32f>

Facultad de minas Universidad Nacional de Colombia. (2021, 29 de enero). *Proyecto piloto busca aprovechar aguas lluvias en el bloque M2*. [Video]. YouTube.

<https://youtu.be/RMPQunMzAVU>

Gerencie.com. (2022). *Exoneración de aportes parafiscales y seguridad social*. Gerencie.com.

<https://www.gerencie.com/exoneracion-de-aportes-a-seguridad-social-y-parafiscales.html>

Hikersbay.com. (2022). *Climate conditions in Manizales*. Hikersbay.

<http://hikersbay.com/climate/colombia/manizales?lang=en>

Instituto de Estudios Ambientales- IDEA. (2022). *Geoportal SIMAC*. [Software]. SIMAC.

<https://cdiac.manizales.unal.edu.co/geoportal-simac/>

Méndez, C.F. y Vides, K.A. (2022). *Aprovechamiento de Aguas Lluvias Para la Demanda Hídrica Requerida en el Lavado de pisos externos de la plazoleta de las flores y riego de jardines en la universidad de Santander*. [Tesis de pregrado, Universidad de Santander].

Repositorio Digital UDES. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/7278>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2015). Decreto 1076 de 2015 sector ambiente y desarrollo sostenible. Bogotá D.C. Función pública.

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=78153

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2018). Decreto 1090 de 2018 programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá D.C. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/decreto-1090-de-2018.pdf>

Ministerio de salud pública. (1998). Decreto 475 de 1998 por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable. Bogotá D.C. Ministerio de salud pública.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2015). Resolución 0549 de 2015 por la cual se reglamentan los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Bogotá D.C. Ministerio de vivienda,

ciudad y territorio. <http://ismd.com.co/wp-content/uploads/2017/03/Resoluci%C3%B3n-549-de-2015.pdf>

Montero, J.S. (2016). *Estado del arte de los sistemas de captación y aprovechamiento de aguas lluvias como alternativa en el ahorro de agua potable en viviendas*. [Tesis de monografía, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional USTA.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2418/Monterojuan2016.pdf?sequence=1>

Ordoñez, J. J. (2011). *Cartilla técnica: Ciclo hidrológico*. Sociedad geográfica de Lima.

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2013).

Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>

Organización Mundial de la Salud OMS. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda*. Iris.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>

Ortiz, W.A. y Velandia, W.D. (2017). *Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la universidad católica de Colombia a partir de un modelo físico de recolección de agua*. [Tesis proyecto de grado, Universidad Católica de Colombia].

Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/131b854b-ac22-471f-b443-3844546f04f8/content>

Pavco Wavin. (2022). Manual técnico canales y bajantes. *Pavco wavin*.

<https://pavcowavin.com.co/manuales-tecnicos>

Pérez, L.R. (2020). *Conducción por gravedad*. Sustainable Sanitation and Water Management

Toolbox. [https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad#:~:text=La%20conducci%C3%B3n%20de%20agua%20por,que%20su%20fluj)

[saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad#:~:text=La%20conducci%C3%B3n%20de%20agua%20por,que%20su%20fluj)

[gravedad#:~:text=La%20conducci%C3%B3n%20de%20agua%20por,que%20su%20fluj](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad#:~:text=La%20conducci%C3%B3n%20de%20agua%20por,que%20su%20fluj)

[o%20es%20libre.](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad#:~:text=La%20conducci%C3%B3n%20de%20agua%20por,que%20su%20fluj)

Portal Único del Estado Colombiano-Gov.com. (2022). *Histórico consumo acueducto*. Datos

Abiertos. [https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/HIST-RICO-](https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/HIST-RICO-CONSUMO-ACUEDUCTO/wfdz-jbgc)

[CONSUMO-ACUEDUCTO/wfdz-jbgc](https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/HIST-RICO-CONSUMO-ACUEDUCTO/wfdz-jbgc)

Ramirez, D. (Ed.). (2016). *Contabilidad administrativa*. McGraw-Hill Interamericana.

<https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/56ed5ab24e850d3d39e6637f2b780a02.pdf>

Rivera, Z. E., Cárdenas, M. J., & Rey, D. C. (2020). Estimación y hábitos del consumo de agua

para fines domésticos en una zona residencial de San Cristóbal, Venezuela. [Imagen].

Revistas científicas Vicerrectoría de investigaciones y posgrado.

<https://doi.org/10.17151/luaz.2020.51.6>

Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural UNATSABAR. (2001).

Guía de diseño para captación del agua de lluvia. CEPIS, OPS, OMS de Lima.

[https://ecotec.unam.mx/documentos-ecoteca/guia-de-diseno-para-captacion-de-agua-de-](https://ecotec.unam.mx/documentos-ecoteca/guia-de-diseno-para-captacion-de-agua-de-lluvia)

[lluvia](https://ecotec.unam.mx/documentos-ecoteca/guia-de-diseno-para-captacion-de-agua-de-lluvia)