



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ECONOMÍA

MAESTRÍA EN ECONOMÍA CIRCULAR

**Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de
Magíster en Economía Circular**

**Propuesta de captadores de niebla como alternativa para
provisión de agua dulce en zonas de estrés hídrico,
parroquia Simón Bolívar, Provincia de Santa Elena**

Maite Camila Puente Madrid

camipnt26@gmail.com

Director: Dr. Pablo Chafra Martínez

pchafra328@puce.edu.ec

Quito, noviembre de 2024

Resumen

El país está emprendiendo una transición hacia un desarrollo sostenible hasta el año 2070, por eso, en el presente año se lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular, que tiene como premisa minimizar el uso de recursos mediante la reutilización, preservación y aumento del capital natural enfocándose en el aprovechamiento de recursos renovables, y apoyando iniciativas desde los distintos sectores estratégicos como: el sector de la construcción, energías limpias, manufactura, sector hídrico, textil y la agroindustria. La Estrategia Nacional de Economía Circular en Ecuador, presenta una hoja de ruta, en la que se muestra que el sector hídrico está considerado como uno de los sectores clave en abordar. Bajo este contexto, el presente proyecto ha sido desarrollado pensando en esta transición, buscando soluciones para enfrentar la problemática de falta de agua y mala gestión de la misma en Ecuador.

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de ver otro tipo de alternativas a la escasez de agua en zonas rurales, puesto que, Ecuador presenta una pobreza hídrica de 31,9% en estas zonas, desencadenando problemas de salud pública, precariedad y necesidades básicas insatisfechas. Para brindar soluciones a esta problemática se ha planteado objetivos alcanzables, mediante la aplicación de una metodología de carácter descriptiva y orden secuencial que, junto con revisión bibliográfica y análisis de casos similares, se ha podido desarrollar una base sólida y fundamentada en la planificación de metas, barreras y acciones del proyecto. Se utilizó información de diversas fuentes, tanto gubernamentales como académicas, sitios web de medios de comunicación y organizaciones verídicas que ayudaron a sustentar la identificación de alternativas factibles y realizables para la implementación de un diseño de captador de niebla para la zona rural costeña del Cantón Santa Elena en la Parroquia Simón Bolívar. Estas alternativas, no solo brindan beneficios a las comunidades, sino que también, fomentan la innovación e investigación hacia otro tipo de soluciones para obtener un recurso natural tan importante como es el agua, que hoy en día, su cantidad es limitada.

Palabras clave: Economía Circular, sector hídrico, atrapanieblas, pobreza hídrica, sostenibilidad.

Propuesta de captadores de niebla como alternativa para provisión de agua dulce en zonas de estrés hídrico, parroquia Simón Bolívar de la Provincia de Santa Elena

ÍNDICE

Resumen	2
Introducción	5
Planteamiento del problema	5
Objetivos	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
Metodología y Datos	8
Capítulo 1: Análisis de la situación actual de la gestión y manejo del recurso hídrico en la Provincia Santa Elena	11
1.1. Contexto general de la problemática del recurso hídrico en las zonas rurales de la costa ecuatoriana	11
1.2. Descripción: Zonas de estrés hídrico.....	12
1.3. Punto de Partida, Provincia Santa Elena, parroquia Simón Bolívar (características climáticas, meteorología, análisis de involucrados) para captadores.....	15
1.4. Alternativas sostenibles ante la crisis del agua en la Parroquia Simón Bolívar	17
1.5. Análisis de Objetivos	18
Capítulo 2.: Propuesta de solución, captadores de niebla como alternativa para provisión de agua dulce en zonas de estrés hídrico, parroquia Simón Bolívar de la Provincia de Santa Elena	19
2.1. Análisis de alternativas implementadas.....	19
2.2. Estudios de caso.....	19
Caso 1: Ecuador, Provincia de Chimborazo	19
Caso 2: Ecuador, Provincia de Tungurahua	20
Caso 3: Bolivia y Perú	20
2.3. Tecnología de los atrapanieblas.....	21
2.4. Atrapanieblas y Economía Circular del agua para la Parroquia Simón Bolívar	24
2.5. Matriz de Marco lógico	26
2.6. Mapeo Riesgos y Barreras para la implementación	27
2.7. Estructura de Descomposición del Trabajo	28
2.8. Presupuesto Referencial.....	29
2.9. Factores de éxito para la implementación de un proyecto.....	31
2.9. Cronograma para ejecución del proyecto.....	33
Conclusiones y Recomendaciones	34
Conclusiones	34
Recomendaciones	35
Bibliografía	36

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Resumen Institucionalidad Recurso Hídrico en el País.	9
Ilustración 2: Visualización potencial hídrico en Ecuador. Vertiente del Pacífico y Vertiente Amazónica... 13	13
Ilustración 3. Zonas Susceptibles a sequía en el Territorio Nacional ecuatoriano.	14
Ilustración 4. Mapeo Satelital de la Parroquia Simón Bolívar.	15
Ilustración 5. Árbol de objetivos para la implementación de atrapanieblas en la parroquia Simón Bolívar. 18	18
Ilustración 6. Mapeo de lugares, casos de éxito en la recolección de niebla.	21
Ilustración 7. Representación de estructuras “atrapanieblas o neblineros”.....	21
Ilustración 8. Proceso de recolección de agua de un captador de niebla.	23
Ilustración 9. Gráfico Junta de Agua Comuna Bellavista 26	26
Ilustración 10. Diagrama de Flujo de un proyecto típico de recolección de niebla.	28
Ilustración 11. Modelo Cuadro Integral para llevar a cabo proyectos.	32

Índice de Tablas

Tabla 1. Leyes ambientales vinculadas a la Constitución de la República del Ecuador.	10
Tabla 2. Provincias del Ecuador con tendencia a sequía.	13
Tabla 3. Actores Sociales considerados.....	16
Tabla 4. Actores Sector público.....	16
Tabla 5. Actores de la Sociedad Civil.	16
Tabla 6. Ejemplos de aprovechamiento y ahorro de agua.	25
Tabla 7. Matriz de Marco Lógico, alternativas para la gestión de captadores de niebla, parroquia Simón Bolívar.	27
Tabla 8. Identificación de riesgos y barreras alternativas de captadores de niebla para provisión de agua.	27
Tabla 9. Estimación de Presupuesto de implementación 30	30

Introducción

Uno de los principales retos que enfrenta el planeta es el cambio climático causado por la contaminación generada por actividades antropogénicas, estas afectan los recursos naturales como el agua provocando la degradación de la calidad del líquido. El agua es el recurso natural que está asociado a la vida, su disponibilidad en cuanto a cantidad y calidad establece los niveles de bienestar humano y el desarrollo económico de los países del mundo (Menchaca, 2018).

De acuerdo a los ODS (Objetivos de Desarrollo) de las Naciones Unidas, el objetivo 6 se refiere al agua potable y el saneamiento, donde la meta es “garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”. No obstante, la demanda mundial de agua se ha triplicado desde la década de 1950 con una oferta cada vez menor de agua dulce. Aproximadamente el 70% del uso mundial del agua se destina a la agricultura, por lo que se estima que para 2050 la demanda mundial de agua en este sector aumentará en un 19% adicional debido a las necesidades de riego, es por eso que, el recurso hídrico se ha visto como un regalo de la naturaleza, siendo indispensable para la vida y el desarrollo de seres vivos, así, la gestión del agua debería ir tomando una visión hacia el ahorro, evitando el desperdicio de la misma (Carvajal, 2015).

La extracción de agua para actividades agrícolas, industriales y domésticas ha aumentado de 0,67 billones de m³/año en el siglo XX a 3,79 billones de m³/año en el 2000 (Ritchie & Roser, 2017) y se estima que aumentará un 55 % para 2050 debido a actividades antropogénicas (OECD, 2012).

El agua está en el núcleo del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, ya que interactúa con los sectores agrícola, productivo y energético (Mannina, Gulhan, & Ni, 2022). El presente proyecto busca promover un cambio de enfoque y pensamiento hacia alternativas no convencionales para suministro de agua en zonas donde la gestión del líquido vital es desatendida y no llega a toda la población para cubrir sus necesidades básicas, tanto para su consumo como para actividades agrícolas. Por eso, este proyecto, guiado bajo los principios de economía circular, puede ser un referente para apostar por el desarrollo sostenible, sin necesidad de recurrir a costosas inversiones.

Planteamiento del problema

En todo el mundo, las personas sufren de un acceso deficiente al agua: más de 3 mil millones carecen de instalaciones básicas para lavarse las manos y más de 2 mil millones no cuentan con servicios de agua en sus hogares y muchas veces se ven obligadas a viajar grandes distancias cada día para sobrevivir (Knapczyk-Korczak, y otros, 2020). Este problema global necesita soluciones nuevas, rentables y eficientes que puedan emplearse en lugares con escasas fuentes de agua.

Ecuador, no entra en el listado de países que más desperdician agua en el mundo, de acuerdo a las cifras destacadas por la ONU (Organización de las Naciones Unidas). Sin embargo, el recurso hídrico es mal utilizado y la gestión para su correcto aprovechamiento es débil (PNUD, 2018). Según la caracterización hidrológica del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador, el territorio nacional se divide en 32 sistemas hidrográficos, conformados por 79 cuencas. En este contexto, Ecuador es un país rico en recursos hídricos, con una ubicación geográfica privilegiada que su clima produce poca estacionalidad a lo largo del año, es decir, solo hay dos estaciones definidas: húmeda o invierno y seca o verano, con precipitaciones de acuerdo a la ubicación geográfica de cada región (Varela & Ron, 2018).

Las zonas secas de Ecuador, presentan estrés hídrico alto. Estas son áreas donde la demanda de agua supera la disponibilidad de agua dulce y puede deberse a una serie de factores, como el aumento de la población, la urbanización, la contaminación del agua y el cambio climático (SENAGUA, 2015).

El uso del agua en Ecuador, está distribuido en consumo humano (10%), uso industrial (10%) y riego (80%); (SENAGUA, 2013). Sin embargo, la irregularidad con la que se tiene el acceso directo a la red pública de

agua potable no es equitativa para todas las regiones del país (Bell, 2015). En 2022, el 70,1% de las personas tuvieron acceso a agua segura, y un 21,8% adicional a un acceso básico (INEC, 2022). La diferencia de porcentaje entre estas zonas, ha propiciado estudios relacionados al estrés hídrico en Ecuador, con la finalidad de identificar zonas con vulnerabilidad al riesgo de estrés hídrico y analizar la prefactibilidad de construcción, distribución y optimización de infraestructura (Chamba, et al., 2019).

De acuerdo a la información del Instituto Nacional de Estadística y Censos en 2017, Ecuador presenta una población de 16.776.977 millones de habitantes, mayoritariamente en la región Costa con 8.303.168 millones, seguida de la región Sierra con 7.504.942 millones y la región Amazónica e Insular con 898.547 y 30.890 de habitantes respectivamente, por esta irregularidad espacial de la población, existe provincias como Loja y Santa Elena, en las que el estrés hídrico es evidente (CEPAL, 2013). Según el censo de 2010 realizado por el INEC, la falta de acceso a los servicios básicos es un indicador que influye en el crecimiento poblacional de una región, en las zonas urbanas, por ejemplo, el crecimiento poblacional es alto, mientras que en las zonas rurales es bajo.

En un último análisis de la Agencia de Regulación y Control del Agua en 2021, el 83,7% del territorio nacional tiene cobertura del servicio básico de agua potable, donde, 15 de las 24 provincias del país se encuentran sobre la media nacional, y provincias de la Costa como: Guayas, Santa Elena, El Oro, Esmeraldas, Manabí, y Santo Domingo de los Tsáchilas se encuentran entre las provincias con los índices más bajos de cobertura de agua potable.

La provincia de Santa Elena, además de presentar inconsistencias en el servicio de agua potable a su población en zonas rurales, también presenta inconvenientes en sector agrícola y las actividades que este conlleva, debido a la distribución de suelo de la provincia. En el estudio de Burgos Vera y Suárez Rodríguez (2017), se menciona que, el país destina alrededor de 12'585.861 de hectáreas para labores agrícolas y ganaderas, correspondiente al 48,83% del total de la superficie de Ecuador, dentro de esta distribución, la provincia de Santa Elena esta por debajo de este promedio nacional, explicando en parte las características semidesérticas de esta región del país, el mismo estudio se indica que hasta el año 2015, la frontera agrícola redujo en un 42,6%, es decir, de 138.565 a 79.525 hectáreas de pasto natural y apto para la agricultura.

La agricultura es una de las actividades que más demandan recurso hídrico, este es un insumo fundamental para la producción agrícola, que a su vez desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria, según el Banco Mundial (2018). Este sector consume entre el 60% y 70% del agua dulce y es una cifra que puede incrementarse hasta un 19% en 2050, de acuerdo a la UNESCO (2017). Adicional a lo anterior, la falta de inversión en infraestructura hídrica, políticas de uso del agua que son insostenibles y el aumento de la variabilidad debido al cambio climático afectan el suministro de agua disponible. Por esta razón, el interés del aprovechamiento del recurso hídrico y su gestión apropiada.

Para ayudar a mitigar esta problemática en Ecuador, los sistemas de captación de agua niebla pueden ser de gran apoyo al momento de buscar soluciones, pues, en el país aún falta por investigar y explorar su potencial (Quinteros-Caravalí & Gómez, 2020). A nivel global, se han aprovechado los beneficios de este tipo de infraestructuras que ofrecen en cuanto a la captación de niebla; estas estructuras capturan la humedad (rocío o brisa) y la convierte en agua que se puede disponer para distintos tipos de uso (Rivera, 2017).

La tecnología de captación de agua de niebla, es un método simple y económico para obtener agua dulce como fuente adicional de agua, de forma sostenible, cuyo montaje y gestión no necesita de mucho personal. (Espinoza, 2018).

En Ecuador, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) en 2016, llevó a cabo un proyecto para abastecimiento de agua a cantones rurales de la Provincia de Tungurahua, los cantones beneficiados fueron Tisaleo, Cevallos, Quero y Mocha, donde, a través de la colaboración entre organizaciones no gubernamentales y el gobierno autónomo descentralizado de las municipalidades de cada cantón, se instaló sistemas de captación de agua niebla en los páramos de la zona, mismos que ayudaron a proveer de agua a aproximadamente 30 familias (150 personas) con un abastecimiento de 500 litros diarios para consumo humano.

Estos sistemas captadores de neblina imitan acciones naturales, como las gotas de agua en las hojas de los árboles, que una vez acumuladas caen en forma de chorro. Así mismo, la neblina choca contra las mallas instaladas, se condensan las gotas de agua y por efecto de la gravedad, caen para luego ser recogidas en un canal colocado longitudinalmente (Mistry & Hurst, 2022). La utilización del agua mediante prácticas no convencionales que permitan hacer uso de este recurso de manera eficiente para diferentes fines, enfocado en el sector agrícola y consumo humano, es una alternativa para utilizar otras fuentes de obtención de agua y mejorar la calidad de vida de las comunidades (Chaves M., 2023).

A medida que la presión causada por el cambio climático sobre el recurso hídrico acelera, la transición hacia una economía circular se torna punto estratégico para la reutilización del agua y garantizar la circularidad de la misma (Knapczyk-Korczak, y otros, 2020). La presente propuesta busca desarrollar una metodología verde, como son estos dispositivos, para diseñar e implementar soluciones a desafíos de pobreza, escasez de agua y desigualdad de distribución del recurso hídrico, tanto para riego como para consumo humano, adoptando principios basados en economía circular a las zonas rurales de la provincia de Santa Elena, especialmente en la parroquia Simón Bolívar (3.296 habitantes), donde presenta uno de los porcentajes más altos de pobreza extrema del resto de parroquias, INEC (2010), puesto que, el abastecimiento de agua para agricultura y consumo se ve interrumpido por haciendas y bananeras que toman agua de la misma fuente siendo menos del 60% de la comunidad rural que tiene acceso a agua potable, Aguapen (Empresa Pública Municipal Mancomunada, 2022).

En Simón Bolívar, su principal actividad económica es la agrícola, aunque sus actividades comerciales y productivas sean las menos atendidas por falta de infraestructura vial, abastecimiento de agua y servicios básicos. Esta parroquia junto con otras como: Colonche, Chanduy y Manglar Alto no son zonas petroleras, por lo que, no se aprecia una situación de beneficio a nivel rural y urbano, la administración desigual y marginación de servicios es evidente, tanto en el ámbito ambiental, como en el de desarrollo social (Rivera, 2016).

Cabe recalcar, además que, aparte de mostrar una posible solución al desabastecimiento de agua potable y agua de riego para agricultura en las zonas costeras del país, contribuir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, objetivo número 6: garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible para todos, puede ayudar a mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales y proteger los sistemas naturales de agua dulce.

A continuación, se muestra los objetivos de este proyecto que se formularon con la intención de abordar el problema que existe entorno a la escasez de agua en estratos sociales bajos, pues se tiene como finalidad aplicar los principios de Economía Circular del agua desde una perspectiva poco estudiada como es la obtención de agua de otro tipo de fuentes no convencionales.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un diseño de aprovechamiento de agua de niebla que proporcione una solución basada en economía circular para actividades agrícolas y consumo humano en la parroquia rural Simón Bolívar.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico en las características hidrológicas, climatológicas y demográficas de la parroquia Simón Bolívar para identificar puntos clave de instalación y diseño de un sistema de captación de niebla.
- Analizar la viabilidad de implementación de esta propuesta, basado en los principios de Economía Circular, a través de su diseño no convencional y económico en la parroquia Simón Bolívar.

Metodología y Datos

Marco Referencial

Este proyecto se basa en el fundamento de economía circular del agua como una posible solución al abastecimiento de este recurso de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente. La economía circular del agua puede ser estudiada de varias aristas; sin embargo, el enfoque está en volver a utilizar el agua una y otra vez, tal como sucede en el ciclo natural, donde el agua de cualquier cuerpo hídrico superficial se evapora formando la lluvia, esta cae y vuelve a integrarse en los mismos cuerpos de agua en forma de ríos, lagos, aguas subterráneas, etc (Brutsaert & Parlange, 1998).

Así, tomando el ejemplo del ciclo natural del agua, en el sector urbano, la reutilización de las aguas residuales en otros sistemas de redes hídricas como el riego, generación de nuevos productos, etc., ayuda a reducir su impacto ambiental y ahorrar costes; además de extraer y recuperar recursos valiosos contenidos en los diferentes efluentes industriales y municipales (Melgarejo, 2019).

En el Ecuador, la gestión del agua se ha caracterizado por una profunda inequidad en su acceso y distribución, pues el mal manejo de tierras y la adquisición de estas por grupos de poder ha hecho que el agua se convierta en un bien transable en el mercado, negando el derecho de los pueblos de tener su acceso libre para uso, disfrute y aprovechamiento (Rivera, 2017).

De acuerdo a la Constitución del Ecuador, conforme el Art. 12 y 66, se garantiza el derecho al agua constituyéndose como patrimonio nacional estratégico de uso público esencial para la vida, por lo que, es deber del Estado contar con la capacidad para controlar y regular técnicamente el acceso al agua para consumo humano, alimentos, salud, ecosistemas, industria, riego, energía y otros (SENAGUA, 2012).

Conforme a la institucionalidad del recurso hídrico en Ecuador, Rivera (2017) menciona que entre 1972 y 2007 el enfoque de administración de los recursos hídricos se caracterizó por la presencia de entidades seccionales incapaces de llevar a cabo óptimamente la planificación, uso, distribución, manejo y conservación de los recursos hídricos del país, trayendo como consecuencia la ineficiencia del sistema

estatal administrativo del recurso hídrico, privilegiando las necesidades de riego del sector agropecuario y menospreciando las necesidades del sector campesino e indígena.

La siguiente figura 1 indica un breve resumen de la institucionalidad del recurso hídrico en el país, a lo largo de estos años.

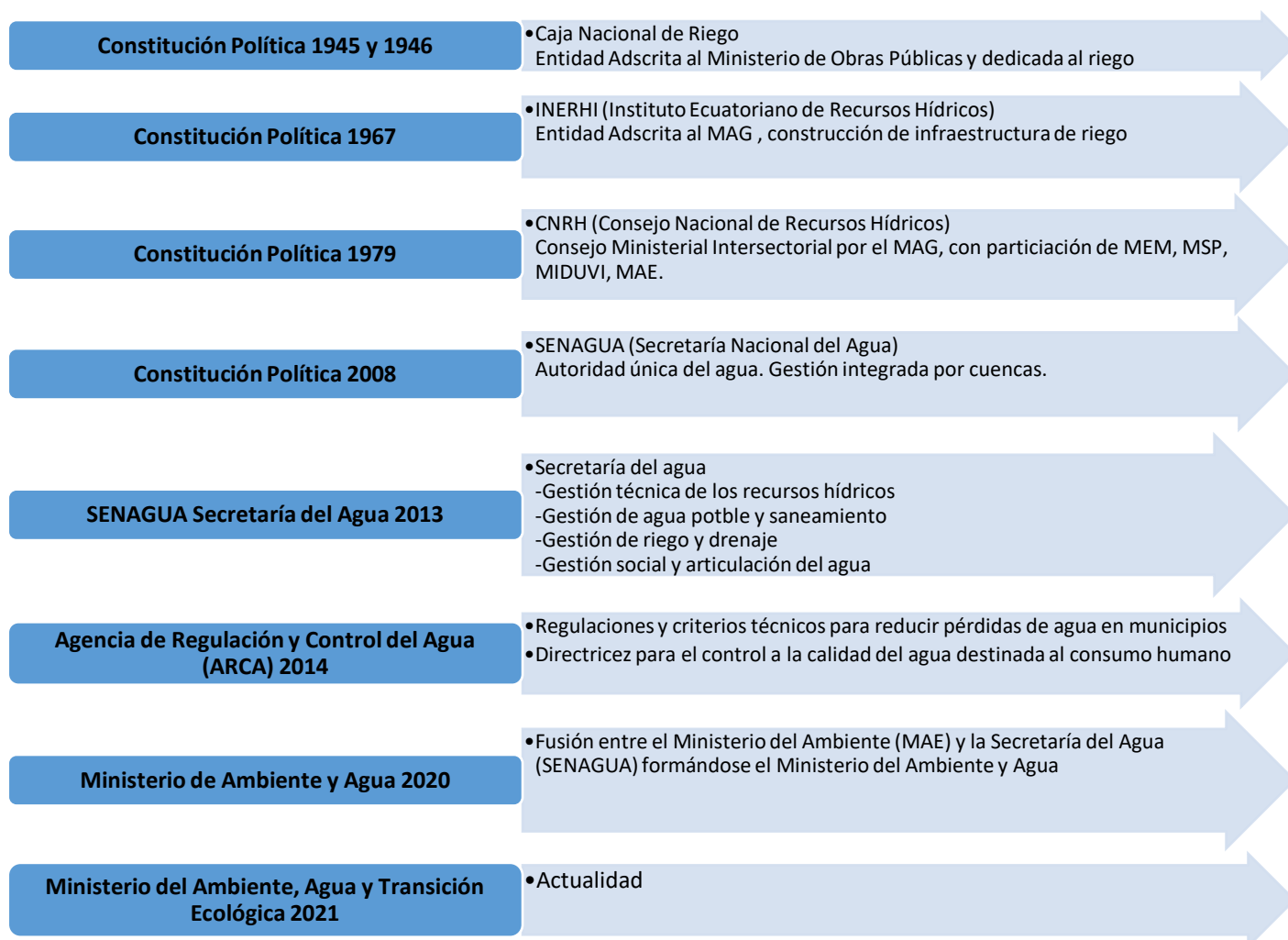


Ilustración 1. Resumen Institucionalidad Recurso Hídrico en el País.

Fuente: Rivera (2017)

Elaborado por: La autora

Actualmente, la Autoridad Única del Agua, quien ejerce la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad del agua, así como, de los servicios públicos relacionados al sector agua y todos los usos, es la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), representada por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica mediante el Decreto Ejecutivo nro. 59, que predenomina a esta cartera de Estado como Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE); cuyo objetivo es lograr un desarrollo sostenible respetando los derechos de la naturaleza.

El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria, es por eso que, la ley que se rige dentro de este contexto fue creada en 2014, llamándose así, Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA) y prohíbe toda forma de privatización del agua por su crucial aporte para la economía y el ambiente.

El estado ecuatoriano, desde 2019 ha visto en la necesidad de crear iniciativas que promuevan la circularidad, por eso, para que se puedan realizar acciones y estrategias fomentando una economía más circular, existen algunos documentos de apoyo con normativa legal que ofrece el estado (Salinas, Gamboa, Jaramillo, Muñoz, & Salcedo, 2023), algunos de esos son:

Tabla 1. Leyes ambientales vinculadas a la Constitución de la República del Ecuador.

Documento	Descripción
➤ Código Orgánico del Ambiente (COA) y su Reglamento	La mayor parte de los artículos del Reglamento al COA se encuentran relacionados a conceptos de Economía Circular, aspectos de gestión, incentivos y mecanismos de sanción (Torresano, et al., 2020).
➤ Código Orgánico Producción, Comercio e Inversiones (COPCI) y su Reglamento	40% de artículos presentan conceptos de Economía Circular con vinculación en Políticas y Financiamiento (Torresano, et al., 2020).
➤ Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación y su Reglamento	Establece el marco normativo para el incentivo y fomento al emprendimiento, innovación y desarrollo tecnológico, (Torresano, et al., 2020).
➤ Ley Nacional de Economía Circular Inclusiva	Esta ley lanzada en el año 2021, fomenta el cambio de modelo de consumo y producción proponiendo pasar de un modelo tradicional lineal a otro circular, con enfoque en industria, consumo responsable, y residuos.

Elaborado por: La autora

Metodología

Para definir y representar los objetivos, acciones y resultados relacionados con un proyecto, el Marco Lógico es una herramienta de trabajo con la cual se puede examinar el desempeño del proyecto en todas sus etapas permitiendo presentar de forma sistemática y lógica los objetivos de este y sus supuestos. Esta metodología se usará para realizar la propuesta de Economía Circular: de captadores de niebla como alternativa para provisión de agua dulce en zonas de estrés hídrico, parroquia Simón Bolívar de la Provincia de Santa Elena.

Este estudio acoge el tipo de metodología de cascada o waterfall, ya que se lleva un orden secuencial para el desarrollo de un modelo o sistema en donde se comienza con el análisis de requerimientos, continuando con cada etapa del proyecto hasta su finalización antes de pasar a la siguiente etapa (Huertas & Molina, 2016).

A continuación, las fases o etapas que caracterizan a este modelo metodológico de cascada:

1. **Definición de requerimientos:** Cada fase debe ser completada para pasar a la siguiente, por lo que, es importante tomar en cuenta el alcance del proyecto primero.
2. **Estructura y análisis:** Cada cambio y avance es predefinido de acuerdo a la fase anterior.
3. **Recopilación y planificación de la información:** Hacer énfasis en la información y documentación del proyecto servirá como base para la toma decisiones.
4. **Planificación:** Las actividades o tareas que definen al proyecto desde la fase inicial sin cambios durante el proyecto, por eso, la importancia de definir el alcance del mismo.
5. **Operación y control:** Control estricto de las actividades del proyecto para evitar modificaciones y extensión de tiempo en los procesos entregables.
6. **Implementación:** Cuando se ha cumplido todas las fases del proyecto y este es aprobado para su ejecución, de ser el caso.

La metodología del marco lógico contempla un planteamiento estratégico que permita orientar y conducir las acciones hacia un desarrollo integral de las mismas, es decir, analiza el problema e involucrados, la selección de objetivos y las estrategias de implementación. Bajo este entorno, la metodología de Marco Lógico cumple sus propósitos y brinda coherencia a todas las partes involucradas para que los proyectos cumplan con las metas para lo cual fueron diseñados (Pizarro, 2017).

Capítulo 1: Análisis de la situación actual de la gestión y manejo del recurso hídrico en la Provincia Santa Elena

1.1. Contexto general de la problemática del recurso hídrico en las zonas rurales de la costa ecuatoriana

El 65% de agua dulce en el mundo se encuentra en Latinoamérica (Fernández, 2009). La mayor parte de redes hídricas se encuentran en Ecuador, es decir que, cada habitante de la vertiente del Pacífico (costera) presenta una disponibilidad de 4.863,41 m³/habitante/año y los de la vertiente amazónica 172.786,36 m³/habitante/año (Tromben, 2011). En general, Ecuador tiene un buen balance hídrico que es satisfactorio para todas las regiones; no obstante, existe una presión sobre el recurso debido a la demanda de los diferentes sectores para satisfacer sus múltiples necesidades (SENAGUA, 2012). El uso del agua en el país se distribuye de la siguiente manera: en consumo humano (10%), en industria (10%) y en riego (80%) (Chama-Ontaneda, Massa-Sánchez, & Fries, 2019). Sin embargo, no todas las áreas o zonas tienen acceso directo al agua pública potable, ya que, presentan alta desigualdad en la cobertura entre las áreas urbanas y rurales, como también entre las diferentes provincias del Ecuador (Bell, 2015).

Según el Plan Nacional para el Buen Vivir vigente en los años 2013 a 2017, en Ecuador, la cobertura del servicio de agua y saneamiento en los domicilios tuvo un promedio nacional de 74,5%. Actualmente, de acuerdo a la Agencia de Regulación y Control del Agua en 2022, el 84,2% de la población tiene acceso al agua a través de la red pública y 65,8% presenta alcantarillado.

Pese a un incremento notable del modelo de gestión hídrica desde el último censo realizado en 2010, los resultados varían significativamente de acuerdo a cada provincia. En la provincia de Manabí, aunque ha presentado progreso en el acceso a servicios básicos, las cifras son más bajas en comparación con otras provincias como Guayas y Pichincha. En Manabí el agua potable llega al 61.1% de sus habitantes y el alcantarillado al 43.6%, mientras que en Guayas el agua potable llega al 84.4% de sus habitantes y el alcantarillado al 66%. Pichincha es entre las provincias que muestra las cifras más altas en cuanto a la cobertura de servicios básicos, donde la gran mayoría de sus habitantes que representan el 98%, cuentan con agua potable y el 92,9% con alcantarillado. Estos datos reflejan la inequidad en la distribución de agua en el país, pues aunque, en Ecuador se ha mejorado el acceso a servicios básicos a nivel nacional, persisten desafíos que no se tratan aún, especialmente en las regiones más apartadas del país.

En la Provincia del Guayas, la falta de agua es evidente en distintas zonas, por ejemplo, en el Cantón Simón Bolívar la población se abastece de agua de diferentes maneras, entre ellas:

- Red pública de acueducto
- Acueducto Privado
- Pozo propio
- A través de manantial, rocío o acequia
- Agua lluvia
- Aguatero (camión tanque)
- Compra de botellones de agua

En donde, el 86.81% de la población se abastece de agua mediante la red pública de acueducto, mientras que el resto de población, busca los otros tipos de abastecimiento para tener agua en sus hogares. Adicional a esta ineficiencia de agua potable, también se suma la frecuencia con la que es entregada, ya que, solo el 32.52% asegura que casi siempre obtienen el agua de la red, en tanto que el 20.36% en ocasiones recibe agua y se ven en la necesidad de buscar otras formas de almacenarla y así sustentarse durante los períodos cuando el líquido vital escasea, es decir, pese a que cierto porcentaje de la población reciba agua a través del servicio de red pública, no es garantizado que el agua llegue a sus viviendas de manera ininterrumpida (Valero & Idrovo, 2018).

Por otro lado, en zonas rurales de la provincia de Santa Elena, la principal fuente económica son las actividades productivas agrícolas, que se han caracterizado de proveer materia prima como el cacao, plátano, arroz, banano, entre otras (Magallanes, 2012). Las plantaciones de cacao es el principal cultivo, seguido por el cultivo de arroz en invierno y soya en el verano ocupando el 26.99% de la superficie cultivable (GAD Parroquial Simón Bolívar, 2017).

Las actividades agrícolas son de gran importancia para la parroquia Simón Bolívar, estas ayudan a generar ingresos a los agricultores y a sus familias (Bueno, 2023), ya que, el 95% de sus áreas están dedicadas a la agricultura (GAD Parroquial Simón Bolívar, 2017). No obstante, las técnicas de riego para cultivo no son accesibles para todos los agricultores debido a su costo. El desarrollo de instalaciones de riego sin capital no es posible (Gonzalez, 2019). Los tipos de riego más comunes en este sector productivo son el de aspersión o por gravedad, y por su tecnología e infraestructura este debe ser conectado a una red de tuberías adecuadas a la presión del agua, provocando un mayor consumo de esta (Banchón, 2021). Además, en las técnicas de riego por gravedad y aspersión, las pérdidas de agua son elevadas, pues la distribución del agua en la parcela es irregular. Este tipo de técnicas representan el 84.8% de la superficie regada en Ecuador (ESPAC, 2023).

Entre los problemas asociados con el riego están el ambiental y el económico, ya que, debido a su uso ineficiente, inadecuados drenajes, uso excesivo de fertilizantes y desmesurada descarga de agua de riego, repercute en cambios hidrológicos e ineficientes suelos para cultivo (Magallanes, 2012).

La relación entre el riego y la economía agraria es estrecha, ya que contribuye a estabilizar la oferta de productos, equilibrar el mercado y aumentar la productividad y competitividad agropecuaria. La implementación adecuada de sistemas de riego requiere estructuras sociales e hidráulicas para garantizar su seguridad y eficiencia, evitando problemas como la erosión y salinización del suelo (Secretaría Nacional de Planificación, 2024).

1.2. Descripción: Zonas de estrés hídrico.

Estrés Hídrico

Se habla de estrés hídrico cuando la demanda de agua es mayor a la cantidad disponible, en otras palabras, es una condición en la hay una fuerte escasez de agua, lo que resulta en incapacidad para satisfacer necesidades básicas, esto se debe a dos problemáticas: la escasez física y la escasez económica (Fortuño, 2017). La escasez física, relacionada al suministro de agua, es decir, la oferta de agua dulce disminuye por debajo de 1.000 m³ por persona y año (Twenenergy, 2019).

La escasez económica, es cuando hay la disponibilidad de agua, pero por falta de recursos económicos no existe la posibilidad de utilizar las fuentes de agua, debido a que el costo de extracción es elevado, así como los tratamientos de descontaminación de agua contaminada, ya que, se requiere fuerte inversión para tratamiento de aguas residuales o implementación de un sistema de agua potable (Twenenergy, 2019).

Las causas que producen estrés hídrico, pueden ser: naturales, crecimiento demográfico, cambios naturales de la cantidad de agua disponible, cambios provocados por los seres humanos, cambio climático, entre otros (Twenenergy, 2019).

Situación Actual de Ecuador

Ecuador presenta una distribución hídrica muy buena, es decir, la disponibilidad del recurso hídrico es alta; sin embargo, la forma en que esta se encuentra distribuida es desigual e inequitativa. En la vertiente del Pacífico viven más habitantes que en la vertiente amazónica, representando el 88% y 12% de los habitantes respectivamente, en cuanto que, en la vertiente del Pacífico existe una dotación de agua 5.200 m³/hab/año a diferencia de la vertiente amazónica con una dotación de 82.900m³/hab/año (SENAGUA, 2018). No obstante, la disponibilidad hídrica del país no es regular durante todo el año en esas dos regiones, ya que presenta cierta variabilidad, por ejemplo, en la región costa la estacionalidad es mucho más marcada que en la región amazónica, y en algunas provincias de la costa como en Manabí, las sequías se hacen presentes

entre los meses de julio y diciembre lo que trae consigo pérdidas económicas en el sector agrícola y ganadero (SENAGUA, 2018). En la figura 2 de abajo, se puede ver una comparación de las vertientes hídricas y la distribución poblacional para cada una, la desigualdad hídrica de acuerdo a la población, mencionada anteriormente, es evidente.



Ilustración 2: Visualización potencial hídrico en Ecuador. Vertiente del Pacífico y Vertiente Amazónica. Fuente: SENAGUA, 2018.

Para Ecuador, cada una de las regiones representa características climáticas propias. De acuerdo al Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador, Eje de Gestión de Riesgos (2024), debido a las variaciones climáticas, tales como: la temperatura, los cambios hidrológicos y meteorológicos, se han producido sequías cada vez más severas y recurrentes, tal es el caso que aproximadamente el 18% de su superficie presenta susceptibilidad alta y media a sequías, concentrándose en la Provincias de Manabí, Guayas, El Oro y Loja. En la siguiente tabla 2 se puede ver el porcentaje de susceptibilidad y las zonas susceptibles ante una sequía en Ecuador continental.

Tabla 2. Provincias del Ecuador con tendencia a sequía.

Provincia	%
Azuay	5,56%
Bolívar	0,08%
Cañar	0,99%
Carchi	0,94%
Chimborazo	3,91%
Cotopaxi	2,12%
El Oro	8,67%
Esmeraldas	1,78%

Guayas	25,16%
Imbabura	1,17%
Los Ríos	0,00%
Manabí	21,47%
Pichincha	2,35%
Santa Elena	8,33%
Tungurahua	0,93%
Total	100%

Fuente: INEC (2022). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca-Instituto Espacial Ecuatoriano.

En esta figura 3 se aprecia el mapa de Ecuador continental y las zonas de susceptibilidad de sequías representadas con colores rojos, naranja y amarillo, mientras que la distribución poblacional para las zonas susceptibles se encuentra representadas con círculos o puntos.

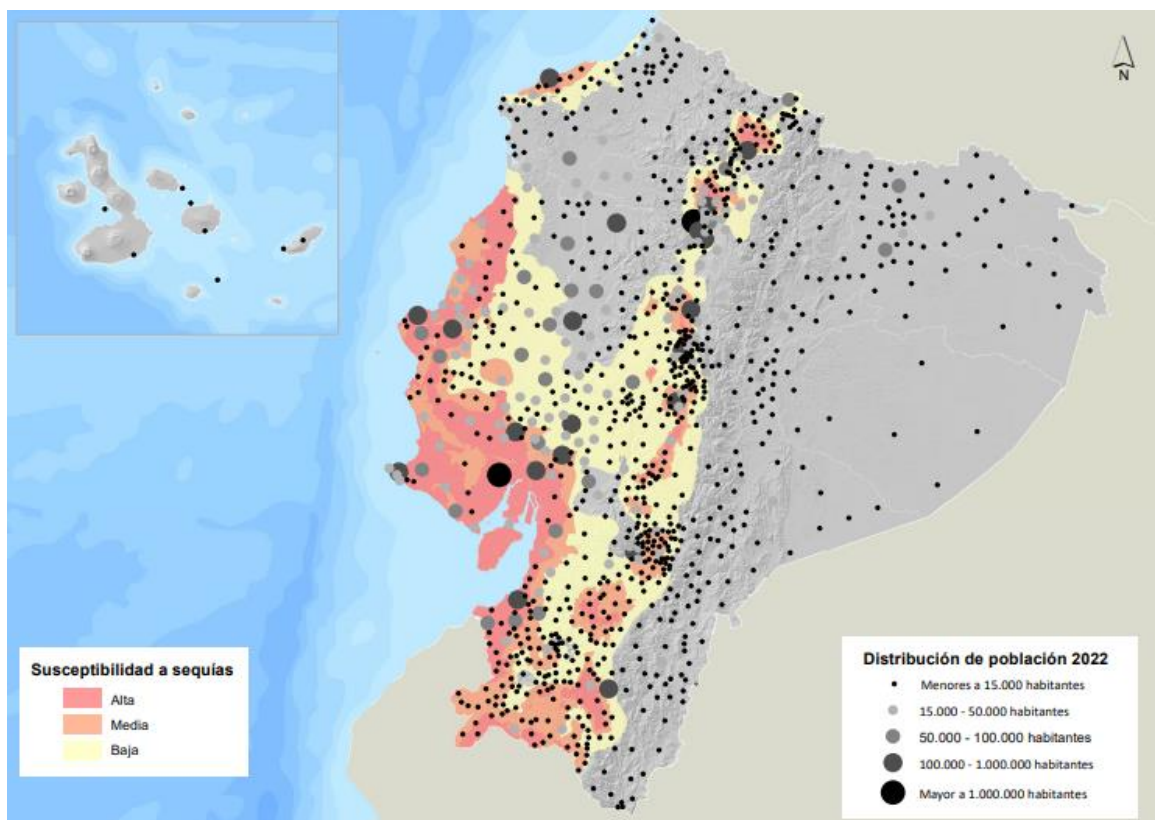


Ilustración 3. Zonas Susceptibles a sequía en el Territorio Nacional ecuatoriano.

Fuente: Secretaría Nacional de Planificación, 2023.

Pobreza Hídrica en Ecuador

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2022), la pobreza hídrica está definida como una condición en que las personas carecen de acceso al agua potable y segura en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades.

Para tomar en cuenta el índice de pobreza hídrica en una región se considera algunos factores, entre ellos, la vegetación natural disponible en la zona, la variabilidad de precipitaciones del área e incluso el porcentaje de analfabetismo de la población, por eso, el índice está estrechamente relacionado con otros indicadores como el socioeconómico y social (Sullivan, 2002). La estimación de pobreza hídrica de un lugar o sitio determinado es dada en función de la falta de ingresos, cuando las tarifas de agua superan el 3% y el 5% del ingreso neto.

En el estudio de Chafra (2022), se indica que en el país no existe información sobre el gasto que producen los hogares en agua y servicios, así como tampoco existe información sobre las tarifas de agua a nivel nacional, por lo tanto, para poder estimar el índice de pobreza hídrica que presenta Ecuador se toma en cuenta el número de privaciones en los hogares, un hogar es pobre cuando presenta al menos una privación

(sanitización, higiene, agua segura y calidad del agua). A nivel regional en Ecuador, las medidas de pobreza varían según la ubicación geográfica, cuanto mayor es el nivel de pobreza, mayor es la pobreza hídrica.

Mientras que, en otro estudio reciente de Acosta y Chafla (2024), se pudo determinar que, las personas en situación de pobreza hídrica tienen más probabilidades de ser minorías raciales, es decir, grupos de diferentes etnias raciales, con un nivel educativo más bajo y en posiciones más bajas dentro de la distribución del ingreso, por lo que, en Ecuador de acuerdo al número de privaciones, la pobreza hídrica que presenta el país es del 48,8%, mostrando una brecha urbana y rural de pobreza hídrica del 31,9%.

1.3. Punto de Partida, Provincia Santa Elena, parroquia Simón Bolívar (características climáticas, meteorología, análisis de involucrados) para captadores



Ilustración 4. Mapeo Satelital de la Parroquia Simón Bolívar.
Fuente: Google Earth.

Simón Bolívar es una parroquia rural del Cantón Santa Elena, ubicada al este de la provincia con el mismo nombre. Cuenta con una extensión de 557,50 km² cien por ciento rural y agrícola, y sus límites geográficos al Norte con la Parroquia rural Colonche, al Sur con la Parroquia rural Chanduy y al Este con la Provincia del Guayas con los cantones de Guayaquil, Isidro Ayora y Pedro Carbo (GAD Parroquial Simón Bolívar, 2019). La temperatura máxima de esta zona es de 32 C° y presentan precipitaciones dos veces al año en los meses de julio y septiembre. De acuerdo, al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia 2019-2013, su población es de 4.320 habitantes, que serían los principales beneficiarios luego del proceso de implementación y culminación del presente proyecto.

En 2008, Simón Bolívar formó parte de la provincia de Santa Elena y en la actualidad presenta los indicadores más bajos de necesidades no satisfechas provocando baja densidad poblacional (GAD Parroquial Simón Bolívar, 2019). Extensiones de tierras sin trabajar o cultivar por falta de agua y sistemas de riego, son característicos de esta zona, lo que también se ve el reflejo de la falta de ayuda financiera para los productores, que en su gran mayoría, ha optado por migrar a cantones aledaños con Santa Elena o La Libertad (Limonés R., 2022).

La población de la parroquia Simón Bolívar no cuenta con buena asistencia en salud, presenta débil desarrollo turístico que no fortalece la economía local, baja calidad en los servicios básicos y de educación,

y carece de proyectos autosostenibles agrarios, hídricos y turísticos que se encuentren apegados al contexto económico de la comunidad rural. Además, ausencia de implementación de fuentes de agua y redes hidráulicas que favorezcan la productividad agrícola, como principal eje de transformación económica y desarrollo rural (Limonés R., 2022).

Para el análisis de la implementación de este proyecto “captador de niebla como alternativa para provisión de agua dulce en la Parroquia Simón Bolívar” los actores sociales que serán tomados en cuenta para el estudio de la implementación de este proyecto, son una parte integral del conjunto de participantes en la administración de los recursos hídricos. Estos actores, son las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o verse afectadas por la propuesta, así como las piezas fundamentales para la toma de decisiones, interés en la problemática y posición que podrían adoptar en la propuesta. Bajo este contexto, se mapea actores sociales para identificar a las personas, organizaciones y/o grupos que pueden ser importantes para la planeación, el diseño, la implementación o la evaluación de un proyecto específico, como también la participación en propuestas o decisiones de política pública que han diseñado o pueden ser diseñadas.

Para un mapeo de actores sociales es esencial señalar a las personas, grupos y organizaciones que pueden afectar o verse afectadas por esta propuesta. En las siguientes 3 tablas se lista los tres grandes grupos de actores sociales:

Tabla 3. Actores Sociales considerados.

Tipos de Actores del Sector Público Desconcentrado	N° de actores sociales considerados
Gad Municipal o Parroquial (Ministerio de Gobierno)	1
Organismos de derecho público (Municipio de Santa Elena)	1
Casas o Centros de Salud (Ministerio de Salud Pública del Ecuador)	1
Unidad de Policía Comunitaria (Ministerio de Gobierno)	1
Unidades Educativas (Ministerio de Educación)	9
Ministerio de Inclusión Económica y Social	1
Infocentros (Ministerio de Telecomunicaciones)	3
Total	17

Fuente: Matriz de Identificación de actores sociales del GAD Parroquial Simón Bolívar, 2019.

Tabla 4. Actores Sector público.

Tipos de actores Sociales en la Parroquia Rural “Simón Bolívar”	N° de actores sociales considerados
Gobiernos Autónomos Descentralizados	1
Organismos del Sector Público	17
Sociedad Civil	23
Total	41

Fuente: Matriz de Identificación de actores sociales del GAD Parroquial Simón Bolívar, 2019.

Tabla 5. Actores de la Sociedad Civil.

Actores de la Sociedad Civil	N° de actores sociales considerados
Comunas	6
Asociaciones Agroproductivas y ganaderas	3
Clubes recreacionales (Deportivos y culturales)	9
Proyectos sociales del GAD Parroquial Simón Bolívar	3
Juez de la Parroquia	1
Total	22

Fuente: Matriz de Identificación de actores sociales del GAD Parroquial Simón Bolívar, 2019.

La participación e interacción de los actores involucrados es primordial para conseguir la ejecución y promoción eficiente de una economía más circular, ya que, se prioriza y concientiza el cuidado de las fuentes hídricas, maximizando su aprovechamiento, su reutilización y su valorización.

1.4. Alternativas sostenibles ante la crisis del agua en la Parroquia Simón Bolívar

Según Azadi (2020), la creciente demanda poblacional ha desencadenado que el proceso de urbanización a nivel mundial amplíe desigualdades entre las zonas rurales y urbanas durante las últimas décadas, la falta de planificación y la mala administración territorial y regulatoria han sido resultado de una ineficiente gobernabilidad de los sistemas de tenencia de tierra.

Las zonas rurales del planeta presentan la paradoja de coexistir con los ecosistemas naturales, mismos que son fundamentales para dar el sustento a la población; no obstante, los niveles de pobreza, desigualdad y exclusión de sus habitantes es mayor al de las zonas urbanas, siendo las personas de las periferias o ruralidad entre las más vulnerables a las consecuencias del cambio climático y otros problemas socio ambientales (FAO, 2018).

Las poblaciones locales o rurales se conforman a manera de “comunidades”, abarcando una forma social, jurídica y organizativa (Álvarez, 2016). En la provincia de Santa Elena existen 68 comunas rurales que ocupan un área rural del 90% del territorio total de esta provincia, lugar que se encuentra delimitado por la Cordillera Chongón-Colonche y el Océano Pacífico (Mera, 2021). Por ejemplo, la comuna “Las Juntas del Pacífico” se ubica en la parroquia Simón Bolívar y abarca alrededor de 9.200 hectáreas, de estas, 4.500 hectáreas se destinan al cultivo de la ciruela, maíz y otro tipo de sembríos (Quispe, 2023).

Si bien es cierto, la globalización ha hecho que todos los territorios se encuentren interconectados digitalmente haciendo que algunas actividades como el turismo, comercio y la educación puedan adaptarse a cambios; existe otras problemáticas que no, como: el debilitamiento organizacional y político, la pérdida de recursos naturales, infraestructura básica deplorable o conflictos por posesión de tierras, sean solo algunos de los problemas que aún afectan al desarrollo de estas colectividades o comunidades dispersas en la ruralidad, donde la escasez de agua se vuelve cada vez más crítica (Tuanza & Sáenz, 2014).

Santa Elena, en cierto periodo de tiempo, fue una provincia abundante en agua que llegaba a suministrar a las áreas rurales y urbanas, pero al día de hoy, esta abundancia hídrica ya se encuentra limitada para abastecer a estas zonas en gran parte por las condiciones climatológicas y geográficas que ha acelerado la pérdida de riqueza hídrica (Mera, 2021).

Ecuador es un país promedio que presenta abundante agua en todo su territorio; sin embargo, Santa Elena es una de las provincias más secas del país, con los niveles de pluviometría bajos y presenta áreas que no reciben agua directamente de la Cordillera de los Andes como en el resto del país.

En la parroquia Simón Bolívar, la producción agropecuaria es la actividad económica más importante debido a que, aporta a la economía campesina del sector, aunque, la mala administración de los recursos naturales este provocando la degradación y deterioro del suelo, y consigo la disminución o pérdida de la biodiversidad (Quispe, 2023). Frente a esta problemática, se plantea la necesidad de brindar propuestas para la implementación de fuentes de agua o sistemas de redes hidráulicas que favorezcan la productividad agrícola, como elemento principal de transformación económica y desarrollo rural.

La falta de un sistema de agua potable o de riego, que beneficie a la población de la parroquia, se plantea como necesidad prioritaria y emergente para la realización de este proyecto. Es por ello que, la propuesta de captador de niebla se muestra como una posible solución de alternativa no convencional y económica a la falta de agua en la parroquia, a su vez, sobresaltar al agua como un elemento distintivo de la economía circular, pues este elemento vital, presenta variadas formas, estados, ubicaciones y puntos de entradas naturales que hacen que no exista un solo enfoque del agua en economía circular.

La implementación de este tipo de alternativas no convencionales, no solo traerá una posible solución al abastecimiento de agua para el sector, sino que, además será de bajo costo de inversión e impacto ambiental, pues se busca que el recurso hídrico sea aprovechado de manera natural a través de las condiciones climatológicas del sector. La implementación de atrapanieblas a su vez crea una nueva fuente natural de agua que presenta una competitividad del valor económico del agua de niebla, ya que, la aplicación de esta metodología requiere una serie de supuestos, como la determinación de una escala, debido a que el precio de una determinada opción varía de acuerdo al tamaño del proyecto.

Ecuador es un país que busca una transición hacia el desarrollo sostenible bajo estándares extranjeros, sin embargo, no se considera ciertas variables de la realidad social, económica y ambiental que obstaculizan la transición hacia un Ecuador más sostenible. En consecuencia, esta propuesta de proyecto es acertada, ya que, no solo muestra el panorama real de la situación actual del país, sino que, muestra las posibles barreras y soluciones para contribuir a la toma de decisiones que permitan solventar una posible futura crisis de agua. Además, se ha tomado en cuenta a la reciente Estrategia Nacional de Economía Circular, presentada en septiembre de 2024, que destaca un cambio de paradigma en el uso de los recursos, la capacidad de recuperación de los ecosistemas y el uso circular de los materiales, el agua y la energía.

1.5. Análisis de Objetivos

En el contexto del proyecto de la gestión integral de los recursos hídricos en la parroquia Simón Bolívar, una de las herramientas para identificar y medir resultados de un proyecto, es la utilización del árbol de objetivos, que de manera eficiente, puede abordar la problemática y visibilizar de mejor manera las barreras que se puedan presentar.

Este árbol de objetivos se ha desarrollado bajo los principios de la economía circular, promoviendo la optimización y eficiencia de los recursos naturales y su reutilización, en donde se busca generar un triple impacto, tanto económico, social y ambiental, íntegramente.

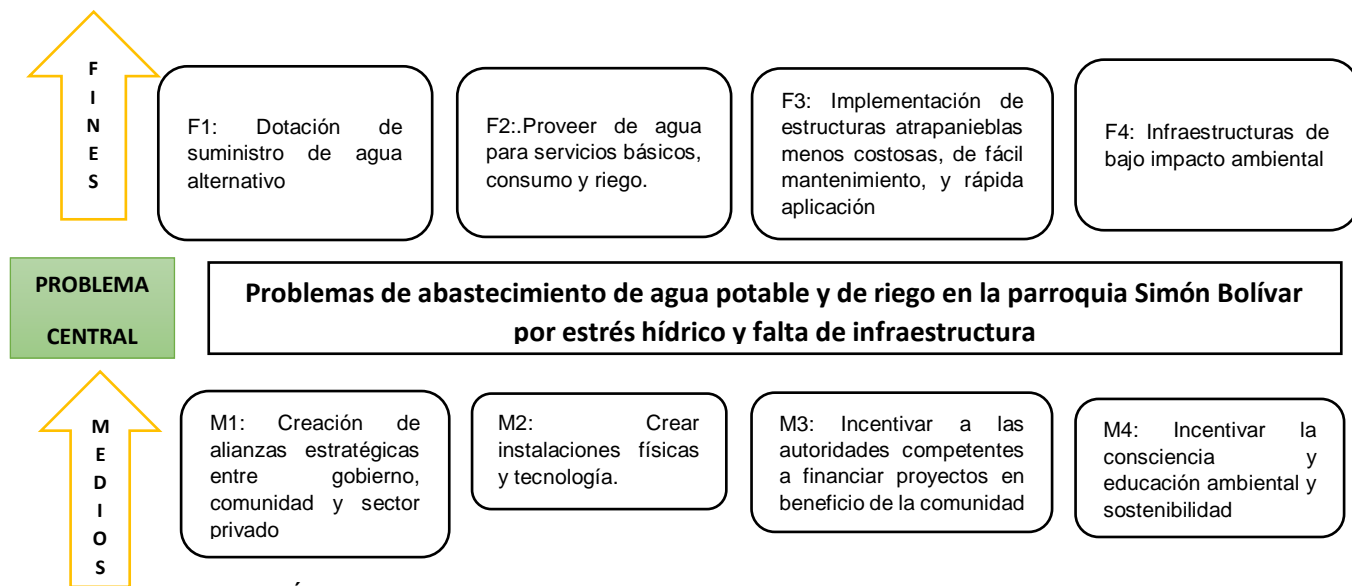


Ilustración 5. Árbol de objetivos para la implementación de atrapanieblas en la parroquia Simón Bolívar.
Elaboración: La autora

La determinación y comprensión de la problemática socio ambiental de la parroquia rural Simón Bolívar como objeto de estudio, es elemental para dotar de soluciones y opciones a la hora de combatir la crisis climática, la desigualdad social y la falta de infraestructura. Como resultado de la revisión bibliográfica realizada, los habitantes de la parroquia no cuentan con un sistema regular de agua que les abastezca del líquido vital ni la tecnología necesaria para cubrir la demanda de este recurso, pues la falta de presupuesto y su mala administración, ha hecho que no se invierta en mejoras para cubrir esta necesidad básica.

Este análisis, de identificación y sistematización de medios y fines descritos en el árbol de objetivos, son una hoja de ruta para identificar puntos clave a la hora de implementar proyectos responsablemente sociales y

ambientales. En consecuencia, en el Capítulo 2, detalla la propuesta para captación de agua niebla basada en principios de economía circular del agua para una zona costera rural.

Capítulo 2.: Propuesta de solución, captadores de niebla como alternativa para provisión de agua dulce en zonas de estrés hídrico, parroquia Simón Bolívar de la Provincia de Santa Elena

Con relación a los objetivos determinados, se desarrollará una propuesta enfocada en métodos no convencionales o poco implementados inspirados en la naturaleza y con principios de economía circular, para trabajar en pro del desarrollo social, económico y productivo de las comunidades rurales del país, donde la escasez de agua o el déficit hídrico de la zona es poco atendido empeorando la situación de vulnerabilidad. El plan de acción es dirigido a favorecer mecanismos para el acceso al agua potable en cantidad y calidad, así como de promover una mejora en el sistema de gestión ambiental sostenible de este recurso.

2.1. Análisis de alternativas implementadas

Para este estudio la implementación de los fundamentos de economía circular en el recurso hídrico puede aportar grandes iniciativas de aprovechamiento del agua, teniendo como objetivo sacar provecho de las condiciones climáticas y geográficas de una zona determinada.

Por lo tanto, este proyecto evaluará las ventajas y desventajas de esta alternativa, describiendo mayormente los beneficios. Asimismo, analiza experiencias de casos exitosos a nivel nacional e internacional ya implementados para tomarlos como referencias, y recomendaciones aplicables para la parroquia Simón Bolívar.

2.2. Estudios de caso

Los presentes casos de estudios fueron trabajos y/o investigaciones que han sido implementados, monitoreados y evaluados para identificar escenarios propicios para su aplicación. Estos escenarios han tenido que ver mucho con la climatología y geografía del lugar.

Caso 1: Ecuador, Provincia de Chimborazo

En la comunidad rural Galte-Guachi, ubicada en el Cantón Guamote en la parroquia Palmira a 3200 msnm; el déficit hídrico es uno de los principales y cotidianos problemas de la población, ahí, se construyó un sistema colector de niebla o atrapanieblas tridimensional con el fin de proporcionar agua a la comunidad, especialmente para consumo humano en el periodo de verano cuando las precipitaciones son escasas.

Se implementó una torre “Urku Yaku” que es una torre de sección circular de 8 m de altura, construida con materias de bajo costo y fácil adquisición, como el carrizo. Se determinó la calidad del agua recolectada por metro cuadrado de la malla, durante el período de mayores precipitaciones anuales. Las redes instaladas arrojaron una ganancia de al menos 2,63 L/m² y un mínimo de 0,65 L/m² por día, donde la calidad del agua analizada reflejó que ésta es apta para el consumo humano.

Como la recolección de agua fue exitosa, una expansión del sistema propuesto puede proveer del líquido a otras comunidades con características similares. Las torres captadoras de niebla producen 26.577,84 m³/año de agua, cubriendo las necesidades de los cultivos, y el análisis económico demuestra que vale la pena la inversión, pues el costo de construir una torre es de 1.264,00 USD, y para cubrir 0,048 ha de cultivo se necesitarían 48 torres, que en términos de costo por hectárea, la construcción de las mismas, no es muy significativo.

(Carrera, Robalino, Rodríguez, Sandoval, & Hidalgo, 2016).

Caso 2: Ecuador, Provincia de Tungurahua

En el cerro Shaushi, ubicado en el Cantón Quero, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica junto con la gestión de GIDDACC (Gestión Integrada para la lucha contra la Desertificación, Degradación de la Tierra y adaptación al Cambio Climático) apoyó el proyecto de construcción de neblineros para la conservación de 170 hectáreas de páramo, que permitió tener agua para riego en cultivos.

En este proyecto benefició a 30 familias (150 personas) de la comunidad rural de Quero con un potencial de provisión de 500 litros diarios de agua para consumo humano.

(MAATE, 2017)

Caso 3: Bolivia y Perú

El proyecto identificó seis lugares de estudio en estos territorios que presentaban situaciones de necesidad de agua, aunque con características distintas en cuanto a condiciones climáticas, geográficas, ecológicas, entre otras. Algunos de estos lugares de estudio estuvieron en zonas costeras (a menos de 1000 msnm) y otros en zonas de interior (a más de 1000 msnm). A continuación, dos de los seis escenarios estudiados:

Escenario de Chincha, Perú (zona costera)

Este sitio se encuentra ubicado en la costa sur peruana, es una región muy árida con escasas precipitaciones en todo el año y con temperaturas que superan los 28°C. De acuerdo al estudio realizado, las condiciones climáticas resultaron propicias para el desarrollo de este. La captación de agua fue diaria y estuvo entre 1 y 4 L/m² *d aproximadamente. Los meses de agosto y septiembre fueron meses de mayor captura de agua con 70-80 litros; mientras que los meses de mayo, junio, julio, octubre y diciembre la captura de agua estuvo entre 30 y 50 litros

Según el estudio, la elevada humedad durante la noche, presencia de viento y la proximidad al mar, tuvieron la altitud y orientación idónea de los paneles para interceptar la niebla de la zona de Chincha, estos hicieron posible una elevada captación de neblina desde mayo hasta octubre, mientras que en los meses centrales de verano las nieblas fueron prácticamente inexistentes y la insolación muy fuerte.

Escenario de Alto del Veladero, Bolivia (zona de interior)

El estudio experimental en Alto del Veladero abarcó un año completo, en el que se registraron condiciones meteorológicas muy favorables para la captación de agua de niebla. Se encuentra la región conocida como los Valles Cruceños, situada en las estribaciones de la Cordillera de los Andes bolivianos a una altura entre 500 y 3.000 msnm.

La presencia de neblina fue notoria en casi todos los meses del año que se observó la formación de esta en más de un 40%. Los resultados de captación de agua en Alto del Veladero registraron valores de captación de agua de entre 5 y 25 L/m²*d en los meses de enero, febrero y marzo, y de entre 5 y 13 L/m² *d durante los meses de junio a diciembre, con un volumen total de agua que superó los 200 litros por metro cuadrado, según este estudio, los resultados favorecedores puede ser la influencia del viento que se mantuvo con velocidad constante de 3 a 10 m/s pudo ser un factor favorable para la retención de agua en las mallas de los captadores, por eso, la captación mensual estuvo siempre por encima de 65 litros por metro cuadrado.

(Asociación ZABALKETA de Cooperación y Desarrollo, 2014)

En la figura 4 se puede observar un mapeo de los proyectos de recolección de niebla más importantes y exitosos a nivel mundial de los últimos 50 años.



Ilustración 6. Mapeo de lugares, casos de éxito en la recolección de niebla.
Fuente: (Klemm, et al., 2012).

2.3. Tecnología de los atrapanieblas

La reutilización del agua, la recolección de agua de lluvia, la desalinización y la recolección de agua subterránea son alternativas que se están estudiando en todo el mundo, estas alternativas son limitadas; sin embargo, la humedad atmosférica, es decir, la recolección de niebla está disponible y es un recurso poco explorado de bajo costo y bajo mantenimiento (Verbrugge & Khan, 2023).

En este método, la niebla se recoge utilizando una malla suspendida verticalmente hacia el viento predominante cargado de niebla que intercepta las gotas que se fusionan y luego la gravedad las empuja hacia abajo en una cisterna o recipiente (Schemenauer, Cereceda, Osses, 2017), como se puede observar en la figura 3:

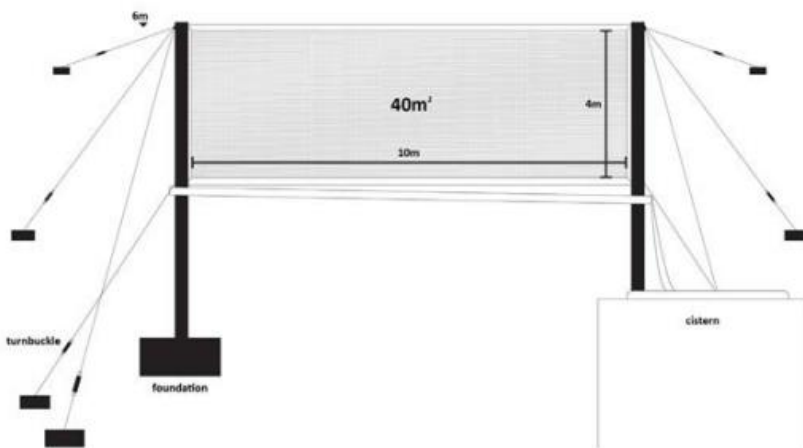


Figure 1: Visualisation of a Large Fog Collector or LFC.

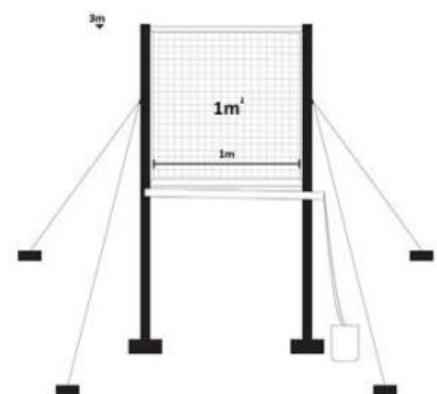


Figure 2: Visualisation of a Small Fog Collector or SFC

Ilustración 7. Representación de estructuras “atrapanieblas o neblineros”
Fuente: (Verbrugge & Khan, 2023)

Los colectores de niebla suelen estar hechos de mallas de polímero atadas a marcos de acero, estas mallas se producen principalmente de polipropileno (PP) y polietileno (PE) que sirven como grandes redes para atrapar las gotas de agua presentes en la niebla (D.M. Fernandez, et al., 2018). Actualmente, una solución con la mayor tasa de recolección de agua es una malla Raschel, que es un tejido especial de cintas de

polímero (O. Klemm, et al., 2012); el agua recogida de una la Raschel de 1 m² alcanza hasta 18,5 litros cada 15 minutos (D.M. Fernandez, et al., 2018) y por su resistencia esta debe estar en una estructura igual de resistente adecuadas para mantenerse a la presión del viento y recolectar agua de manera eficiente (Holmes, Rivera, & Jara, 2015). Este tipo de malla es la que más se utiliza predominantemente en diferentes países con un coeficiente de sombreado del 35%. La malla debe estar tejida en un patrón triangular con una fibra plana de aproximadamente 1 mm de ancho y 0,1 mm de espesor para tener un tamaño de poro de aproximadamente 10 mm (Fessehaye, et al., 2014).

En una investigación realizada hace más de 20 años, los científicos Schemenauer y Joe, descubrieron que el ancho de la fibra tiene un efecto directo en la recolección de gotas de niebla, es decir, que las diez cintas de 1 mm de ancho generan más agua que una cinta de 10 mm de ancho. Por lo general, se utiliza una doble capa de malla para cubrir el 70% de la superficie del colector, dependiendo de cómo se superpongan las fibras. Esto, a su vez, facilitando la escorrentía del agua recolectada a medida que las dos capas se mueven una contra la otra.

Para la determinación de la altura que deben presentar los postes que sujeten a las mallas en la construcción de los neblineros, estos no tienen un número específico; sin embargo, según el estudio de Ahmad Shakeel, (2019), las gotas que impacten sobre protuberancias con postes más altos y un radio más grande generalmente son favorables para la recolección de agua, mientras que las gotas que impacten sobre protuberancias con postes más altos y un radio más pequeño rebotan fácilmente, lo que las hace difíciles de recolectar.

Aunque el diseño y la implementación del colector de niebla pueden variar según la ubicación, para la evaluación del sitio se utiliza el colector de niebla estándar (Schemenauer & Cereceda, 1994). El colector de niebla estándar consta de un marco de 1m x 1m apoyado en una base resistente de 2m de alto. El marco está cubierto con malla para lograr el rendimiento óptimo y el colector debe estar orientado perpendicularmente a la dirección del viento.

Estos dispositivos no convencionales para obtener agua, se han centrado principalmente en la eficiencia de recolección, cantidad de agua recolectada, aspectos económicos y aspectos sociales, es por eso que, varios investigadores han demostrado el potencial práctico de la recolección de niebla para los recursos de agua dulce en varias regiones del mundo, como en la costa del Pacífico del norte de América del Sur, los desiertos costeros de Perú, zonas de Asia, Las Islas Canarias, incluso en zonas muy desérticas como en el desierto de Namibia (Bai, 2014) y en la mayoría de los estudios se han instalado enormes redes utilizando una la malla Raschel para capturar la niebla; no obstante también hay estudios en los que se ha mejorado esta técnica e implementado materiales más resistente y eficiente para usos industriales. (Kim, et al., 2022).

Para una mejor comprensión, la figura 5 indica como las diminutas gotas de niebla se fusionan y forman gotas de agua más grandes en la tela de la malla y se filtran hacia un canalón adjunto. El agua recolectada puede luego fluir a un tanque de sedimentación por gravedad y, en última instancia, a un sistema de suministro de agua doméstico y/o de riego.

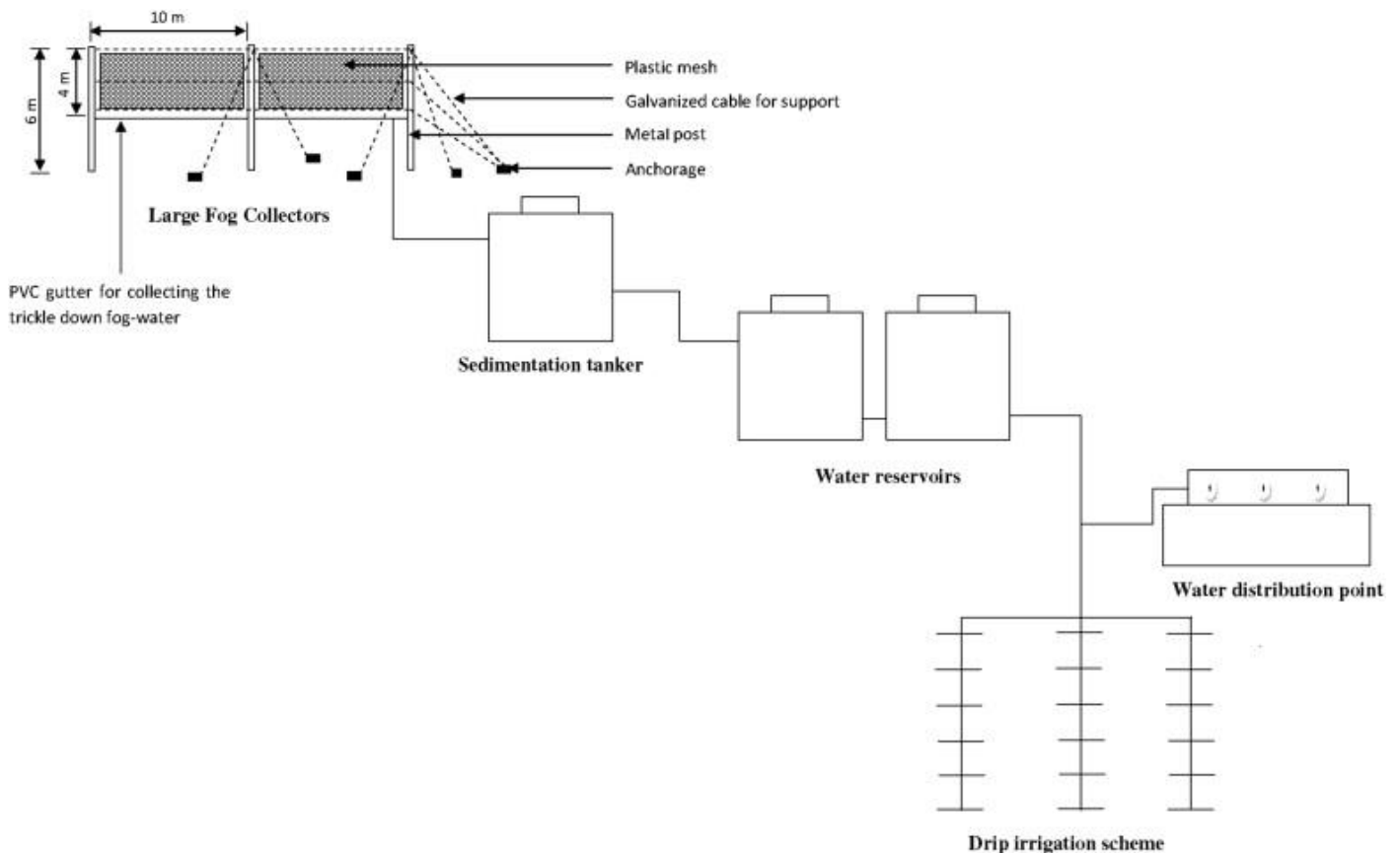


Ilustración 8. Proceso de recolección de agua de un captador de niebla.

Fuente: (Fessehaye, et al., 2014).

Se instalan grandes colectores de niebla en sitios elevados seleccionados orientados hacia la dirección predominante del viento. Durante un período de niebla, una fracción de las gotas de niebla se interceptan cuando el aire casi saturado pasa a través de la malla de plástico. Las diminutas gotas de niebla se unen para formar gotas de agua más grandes que se deslizan por la malla hasta un canalón de PVC adjunto. Luego, el agua recolectada puede ser alimentada por gravedad a un tanque de sedimentación para asentar sus suspensiones y recolectar en un sistema de agua para domicilio o riego (Fessehaye, et al., 2014).

Atrapanieblas para usos industriales

El problema de la escasez de agua dulce es una problemática que afecta a todo el mundo, y se han realizado varios estudios para resolver este problema mediante la recolección y reutilización del agua en la naturaleza o de fábricas y plantas de energía que producen grandes columnas de niebla. Aunque la forma de una pantalla de recolección está fuertemente relacionada con su rendimiento de recolección, solo se han considerado mallas gruesas estándar como la Raschel; sin embargo, para usos industriales esta estructura de colector de agua es muy deficiente (Kim, et al., 2022).

Los colectores de neblina o atrapanieblas se muestran eficientes para solventar problemas de agua en determinadas zonas o comunidades, o para cultivos que en su mayoría se los ha usado para forestación. No obstante, para uso industrial estas estructuras convencionales llegar a ser ineficientes. Es por eso que, en el estudio de Kim J. y otros (2022), se explica que modificaciones como la forma de la malla o la pantalla adoptando forma más cóncava, cambiando la dirección de descarga del flujo de niebla o un diseño tridimensional de la malla incorporando estructuras metálicas, e incluso el mismo uso de niebla industrial, puede llegar a ser más eficiente que la estructura tradicional, aunque costoso. La recolección de niebla en torres de enfriamiento industriales, pueden ser útiles para el diseño de recolectores en términos de aumentar la eficiencia de cosecha en varios campos industriales en el futuro.

Atrapanieblas en la agricultura

Los captadores de niebla para este sector son más utilizados, especialmente en zonas rurales, como ya se lo ha indicado previamente. Estos captadores pueden ser adaptados de acuerdo a las necesidades de cada

zona, y según estudios el uso de estos dispositivos puede contribuir al abastecimiento de agua y a mejorar las actividades productivas (Echeverría, 2020).

En cuanto al desarrollo de especies de flora con agua de riego procedente de sistemas de captación de agua de niebla, se ha demostrado que especies como los pinos-ciprés han conseguido un mejor prendimiento y desarrollo, pese a que durante meses secos, en donde, el agua recolectada no es abundante, su crecimiento en grosor de tallo y altura se vio ralentizado; no obstante, se vio mostrado que su supervivencia no fue afectada por estos dispositivos de captación de agua niebla (Asociación ZABALKETA de Cooperación y Desarrollo, 2014).

Atrapanieblas Sostenibles con el ambiente

Los proyectos elaborados con el sistema atrapanieblas presentan un enfoque sostenible, es decir, integran la parte social, ambiental y económica sin dejar de consumir los recursos naturales pero sí optimizándolos, reutilizándolos y evitando su gasto innecesario. Como consecuencia, el entorno en el cual son implementados estos sistemas captadores de niebla, se ve favorecido a través de la conservación y preservación de ecosistemas dañados. Así mismo, presentarse como proyectos asequibles a la demanda, prácticos y útiles.

Al adoptar un enfoque de sistemas completos, la niebla se puede considerar como una materia prima renovable, capturada a través de un arpa de niebla, condensada y recolectada como agua, así mismo estos mecanismos no convencionales establecen conexiones con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas al ser herramientas o estructuras sostenibles, adoptando un cambio hacia una economía más circular para recolectar agua (Kishan M. & Glenn A. Hurst, 2022).

2.4. Atrapanieblas y Economía Circular del agua para la Parroquia Simón Bolívar

El agua es un elemento único en la economía circular porque es un recurso, un producto y un servicio sin equivalente en el sistema económico que debe ser considerado y valorado como tal en la economía circular preservando, reduciendo y optimizando el uso del agua mediante la prevención de desperdicios, la utilización eficiente y la retención de la calidad, al mismo tiempo que se garantiza la protección y conservación del ambiente (Morseletto, Mooren, E., & Munaretto S., 2022).

Sin duda alguna, entre las necesidades más importantes de toda ciudad, se encuentra el aprovechamiento de los recursos naturales y el agua está entre los más relevantes. El abastecimiento del líquido vital para las poblaciones proviene del “agua azul” que es la que se encuentra de forma superficial como ríos y lagunas, en donde el agua es tomada a través de infraestructura hidráulica; y el “agua verde” o agua subterránea donde el agua es extraída de acuíferos a través de bombeo de pozos (Domínguez, C., Echeverría, P., Villacís, & Violette, 2019).

Las comunidades que se benefician de aguas subterráneas tienen la dificultad de que estas fuentes son más propensas a la contaminación o a la intrusión del agua del mar, si están en zonas costeras, así como también, existe la posibilidad que las precipitaciones sean más intensas y esporádicas, generando mayor escorrentía y posiblemente reduciendo la recarga de acuíferos (Domínguez, C., Echeverría, P., Villacís, & Violette, 2019). Es por eso que, en economía circular el ahorro y la captación de nuevas fuentes de agua es fundamental para asegurar los recursos renovables en un contexto de emergencia climática y mayor estrés hídrico. Existen algunos ejemplos para el sector hídrico y en la siguiente tabla 5 se puede apreciar varios de ellos que, se encuentran dentro del marco de la economía circular y el desarrollo sostenible:

Tabla 6. Ejemplos de aprovechamiento y ahorro de agua.

Ejemplos del Sector Agua	Tecnologías Facilitadoras
Nuevas fuentes de agua	Desalación, Aprovechamiento de agua lluvia o de neblina.
Conexión agua-energía-alimentos y ecosistemas	Cultivos adaptados y específicos al fin, prácticas agroforestales, Xerojardinería.
Planificación Hidrológica	Huella Hídrica, Planes de ahorro para el recurso hídrico.
Ahorro, reducción pérdidas y segregación efluentes	Ahorro del agua, control de pérdidas en la industria y en redes hídricas; Cultivos menos demandantes de agua; Xerojardinería
Construcción sostenible	Reuso de Aguas Grises, Electrodomésticos optimizadores de agua; Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible
Digitalización “Smart water”	Automatización y Control en las Redes hídricas; Agricultura de Precisión

Fuente: Ferrer, J., Nino Herrera, Alvaro Remon (2022).

En el presente proyecto se plantea explorar diferentes oportunidades y tácticas identificadas en la bibliografía revisada relacionada a la captación de agua niebla, con el propósito de puntualizar soluciones aplicables a la realidad de este estudio. Además, se analizará esta alternativa no convencional, teniendo en cuenta 4 criterios: potencial de beneficio o escalabilidad, facilidad y menor costo de implementación.

La parroquia Simón Bolívar se encuentra en una zona costera del país, después de investigar algunas alternativas de atrapa nieblas, basado en casos de estudios con similares condiciones geográficas y sociales, se puede mencionar que, los captadores de niebla pueden ayudar a esta parroquia rural a suministrar agua potable que alguna vez parecía imposible.

De acuerdo al estudio de Verbrugge y Ahmed Khan (2023), la recolección de niebla es una alternativa sostenible y prometedora para abastecer de agua dulce a una comunidad, pues, la implementación de colectores de niebla se centra en las zonas rurales pobres porque no hay una red convencional de suministro de agua limpia al alcance de todos.

Aspectos Sociales de los Atrapanieblas

La recolección de niebla es un recurso de agua dulce alternativo sostenible en climas áridos y semiáridos, los colectores o captadores son de bajo costo, es decir, requieren un mantenimiento razonablemente bajo y son pasivos (Verbrugge & Khan, 2023). La investigación sobre la recolección de niebla es un campo relativamente nuevo e interdisciplinario porque fusiona algunas ciencias como la sociología, la biomimética, ingeniería, geografía, entre otros.

Esta tecnología también es conocida como tecnología humanitaria sostenible, sus enfoques participativos están directamente relacionados con las comunidades (Fessehaye , et al., 2017), ya que, más allá de generar un impacto positivo en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, que es garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, también aborda el ODS 3 que es el de garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades, debido a que se ha demostrado que los captadores de niebla han entregado agua en buenas condiciones para ser utilizada por los seres humanos (UNDP, 2006).

Así mismo, se aborda el ODS 5: lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas, pues como en muchas comunidades rurales tradicionales, la tarea de buscar agua en pozos recae en las mujeres y niñas, generando desigualdad de género, cargas físicas y sociales; muchos proyectos

relacionados con el agua han cuantificado mejores resultados sociales debido a un acceso más cercano, más confiable y mejor a fuentes de agua más seguras (FogQuest, 2022). Es por eso que, la participación y perspectiva de la comunidad, pueden aumentar la aceptación y mejorar los sistemas captadores de niebla para que se ajuste a sus necesidades y se traten mediante una fuerte participación comunitaria e inclusión en el proceso de toma de decisiones desde el diseño hasta la etapa operativa de estos sistemas (Lucier & Qadir, 2018).

Las mujeres y los hombres no son vistos como iguales en la gestión, el acceso o el control del agua; la escasez del líquido vital puede ampliar esta brecha de inequidad entre ambos sexos, dejando a las mujeres con una desventaja aún mayor (Sever, 2018). Recoger agua en climas áridos, donde las fuentes de agua son escasas y distantes entre sí, puede llevar a las mujeres y las niñas hasta 4 o más horas por día e implicar caminar distancias considerables, lo que les deja poco tiempo para realizar otras actividades productivas y significativas (Dodson & Bargach, 2015).

En la parroquia Simón Bolívar, para el consumo de agua domiciliaria, la población se abastece de Agua Potable por medio de la Planta Potabilizadora de Agua bajo régimen de Aguapen, que como se indica en la figura 4, la planta potabilizadora es de la Junta de Agua comuna Bellavista.



Ilustración 9. Gráfico Junta de Agua Comuna Bellavista

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia “Simón Bolívar”, 2019-2023.

No obstante, la comunidad se abastece por medio de tanqueros que son pagados previamente por la misma población, generando también desigualdad económica, pues no todos pueden pagar diariamente el precio de dos dólares que cuesta el tanquero (Arévalo, 2017).

Este proyecto, presenta un enfoque holístico eficaz y factores sociales cruciales para un proyecto sostenible, seguido de sugerencias para futuras investigaciones, con énfasis en ciertos aspectos determinantes que influyen en un proyecto de recolección de niebla.

2.5. Matriz de Marco lógico

Se mostrará la Metodología de Marco Lógico (MML) con orientación en términos de planificación y administración para estudiar los desafíos asociados con la implementación de captadores de niebla en la Parroquia Simón Bolívar.

La Matriz de Marco Lógico es un instrumento para organizar de manera estructurada las iniciativas de progreso proporcionando un enfoque lógico y sistemático con el fin de alcanzar los objetivos, tareas y métodos requeridos para lograr resultados deseados.

En la siguiente tabla 6, se presenta la aplicación de Matriz de Marco Lógico de alternativas en la construcción o implementación de atrapanieblas presentando enfoque en resultados medibles para la identificación de un diseño de alternativas viables, mostrando soluciones a la falta de gestión del recurso hídrico en la Parroquia Simón Bolívar, cantón Santa Elena.

Tabla 7. Matriz de Marco Lógico, alternativas para la gestión de captadores de niebla, parroquia Simón Bolívar.

Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin Aportar soluciones para abastecimiento de agua potable en zonas rurales	Número de habitantes beneficiados con agua en la parroquia	Informes de control periódico por parte del Gad Parroquial / Informe mantenimiento de estructuras	Implementación de formas de educación y concientización ambiental en la ciudadanía y sector agrícola.
Propósito Implementar soluciones basadas en economía circular relacionada al sector hídrico, para la parroquia rural de Simón Bolívar.	Cantidad de agua recogida en litros	Registro y seguimiento del porcentaje de litros captados para consumo humano y riego, gestión y vigilancia de organismos públicos, privados y comunidad.	Espacio adecuado para construcción de estructuras con capacitación técnica a autoridades competentes y ciudadanía.
Componente 1 Estructuras captadoras de agua niebla sostenibles	Número de estructuras de acuerdo al índice poblacional de la parroquia y sus necesidades	Registro y seguimiento del porcentaje de agua recolectada en la parroquia rural Simón Bolívar, mediante informe y reportes obtenidos por autoridades competentes.	Establecimiento de infraestructura, materiales resistentes y de fácil adquisición.
Actividad C1 Incentivar la implementación de estructuras sostenibles sin mucho costo ni mantenimiento para solucionar el problema de la falta de agua en el sector rural de Simón Bolívar	Capacitación y asesoría técnica al personal. Equipamiento y dotación de materiales necesarios.	Registro del funcionamiento de los sistemas de captación de neblina, gastos en material de reposición, monitoreo del agua cosechada.	Obtención de permisos y licencias ambientales, para la construcción y operación de estructuras para garantizar la continuidad y operación de los sistemas captadores de niebla.

Elaboración: La autora

2.6. Mapeo Riesgos y Barreras para la implementación

La identificación de barreras y riesgos es fundamental para detectar áreas críticas o vulnerabilidades en la implementación de un proyecto a la hora de mitigar o prevenir. Por ello, es preciso elaborar una caracterización de riesgos y barreras que permitan conocer obstáculos potenciales y así identificar mecanismos de acción temprana.

En este proyecto, se puede identificar posibles escenarios, mismos que están expuestos en la siguiente tabla 7.

Tabla 8. Identificación de riesgos y barreras alternativas de captadores de niebla para provisión de agua.

Riesgo/ barrera	Impacto	Medidas de mitigación
Participación y adaptabilidad baja de la ciudadanía y comunidad	Incidencia en la implementación, ejecución, mantenimiento y adaptación del proyecto	Socializar campañas de capacitación, sensibilización y educación ambiental en el cuidado del agua que incluye a la población rural e instituciones estatales.
Falta de interés o cooperación entre los pobladores locales y las autoridades competentes para el mantenimiento de las estructuras.	Falta de interés y cooperación para brindar información y conocer más de cerca las necesidades de la comunidad.	Construir una buena relación comunidad-gobierno, para generar acciones conjuntas, donde la comunidad sea la principal vocera del funcionamiento de los captadores de niebla.
Limitaciones regulatorias	Dificultad en el cumplimiento de la normativa vigente	Investigar previamente la normativa y regulaciones locales y nacionales dentro del campo para el recurso hídrico. Promover cultura de gobernanza, comunicación eficiente con las partes interesadas para la obtención de permisos pertinentes

Falta de mantenimiento y escaso monitoreo de las condiciones climáticas del sector	Daño/deterioro de la funcionalidad de las estructuras atrapa niebla	Levantamiento de estudios técnicos, constantes monitoreo y alertas tempranas sobre el funcionamiento de las estructuras.
Falta de alianzas/asociaciones entre entidades gubernamentales y organizaciones financieramente seguras	Comunidad no involucrada, organismos internacionales o locales inadecuados para involucrarse lo suficiente en el proyecto.	Capacitaciones técnicas constantes a la comunidad, funcionarios públicos y privados, para el mantenimiento y preservación de las estructuras que abastecerán de agua al sector.
Problemas políticos internos del país	Falta de credibilidad en la implementación del proyecto provocando la suspensión o insostenibilidad del mismo	Cambio de enfoque y pensamiento. Compromiso de las autoridades por mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

Elaboración: La autora

En la bibliografía revisada acerca de la tecnología atrapaniebla, se menciona que los lugareños y/o actores sociales son los principales indicadores para llevar a cabo un proyecto de recolección de niebla, ya que, lo ideal es que los mismos puedan manejar este tipo de estructuras y usar el agua a disposición, bajo la orientación de autoridades para brindar apoyo en la adquisición, cambio o reposición de las mallas para captación de la neblina.

2.7. Estructura de Descomposición del Trabajo

Dentro del presente proyecto, la metodología explicada es de manera secuencial, lo que significa que las etapas o fases del proyecto, deberán primero irse cumpliendo cada una para continuar con la siguiente etapa, tal como se observan en la figura 8.

Según las lecturas previas para la realización de un proyecto como este, se pone a consideración contar con el apoyo de organizaciones no gubernamentales (ONGs) locales que ya tienen relación y más afinidad con la comunidad para que estas puedan participar en otras acciones relacionadas al proyecto, de esta manera, cuando se establezca es estudio de un proyecto como este, las autoridades locales pertinentes puedan recurrir a organizaciones o instituciones internacionales para apoyo en el financiamiento u otras acciones en beneficio del proyecto.

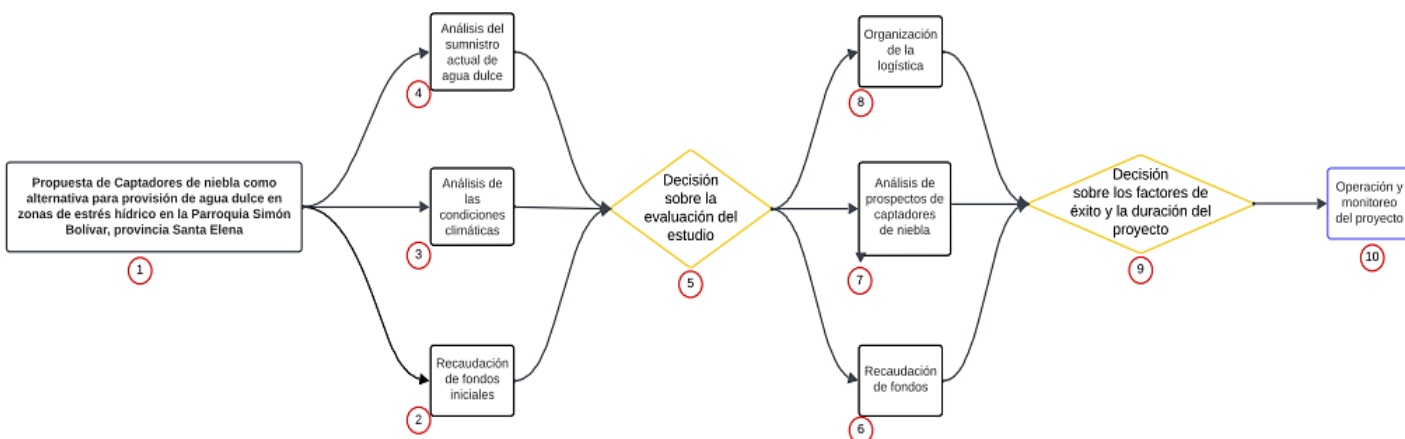


Ilustración 10. Diagrama de Flujo de un proyecto típico de recolección de niebla.
Fuente: (Klemm, et al., 2012)

Para el presente proyecto, se propone un plan de ejecución con una planeación alineada y sistemática de todos los componentes del proyecto, contribuyendo así, con un diseño sostenible que promueva la Economía

Circular en el sector hídrico, que no se toma mucho en cuenta o que solo se tiene como idea la reutilización del agua, sin promover otro tipo de mecanismo.

1. Diagnóstico de situación actual de la parroquia Simón Bolívar. Estudio demográfico, meteorológico y conocimiento de las fuentes de agua actuales o potenciales convencionales.
2. Identificación y análisis de las partes interesadas (comunidad y sector agrícola), de esto dependerá el diseño de las estructuras atrapanieblas y la cantidad a ser instaladas.
3. Determinación de costos de la implementación de atrapanieblas para inventario de insumos y búsqueda de fuentes de financiamiento.
4. Selección e identificación de posibles aliados, tanto para logística y gastos administrativos como de experticia.
5. Adquisición e instalación de equipos o maquinaria de acuerdo al estudio y las características específicas como capacidades y dimensiones de materiales. Una adecuada adquisición e instalación de las estructuras es esencial para la sostenibilidad del proyecto.
6. Poner en marcha las estrategias para recolección de agua de fuentes no convencionales, de acuerdo con los lineamientos establecidos previamente en el proyecto.
7. Capacitación y concientización a todas las personas involucradas (actores sociales), especialmente la comunidad. Realización de programas o talleres sobre la problemática.
8. Monitoreo y evaluación continuo para diagnosticar la efectividad y sostenibilidad del proyecto verificando si cumple con las expectativas planteadas desde un inicio.

2.8. Presupuesto Referencial

La tecnología de recolección de niebla es una técnica de bajo costo, que no necesita energía eléctrica y tiene bajos costos operativos en comparación con los sistemas de suministro de agua convencionales que incurren en una gran inversión inicial y costos operativos de combustible, repuestos y alto mantenimiento (Fessehayé, et al., 2017). La captación de agua por medio de atrapanieblas se ha implementado en muchos países en desarrollo con ayuda financiera de organizaciones internacionales, ONGs y otros, ya que las comunidades carecen de los medios sociales y el conocimiento técnico.

Los fondos necesarios dependerán de la escala del proyecto y su ubicación. Según el estudio de (Klemm, et al., 2012), para una comunidad de alrededor de 200 personas, con el objetivo de 25 L de agua por persona y día, normalmente se necesita 1000 m² de malla o 25 estructuras atrapanieblas en la zona, aproximadamente.

Para la ejecución de un proyecto, el análisis de costos antes y durante las primeras etapas de implementación de este, es importante, ya que, aquí se analiza la prefactibilidad del proyecto. Se prevee y se toma a consideración la mano de obra, los costos de traslado a la zona del proyecto, estudios meteorológicos del lugar y el diseño como tal de los captadores de niebla.

En función de las estrategias para la implementación de captadores de niebla, se ha efectuado la estimación de costos de los componentes, a fin de tener una valorización global de la propuesta definida en este trabajo. Cabe recalcar que este proyecto se encuentra en una fase de pre factibilidad, por lo que, los precios solo son un estimativo. En la Tabla 8 se plasma la estimación de presupuesto de implementación de este proyecto.

Tabla 9. Estimación de Presupuesto de implementación

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
<i>Etapa preinversión</i>	Gastos Operacionales				
	Servicios:				
	Agua	-	-	-	-
	Luz	-	-	-	-
	Internet				
	Equipos de oficina:				
	Computador	3	NA	\$ 2.730,00	\$ 8.190,00
	Papelería		Mensual	\$ 40,00	\$ 40,00
	Gastos de Personal				
	Transporte	3	NA	\$170,00	\$510,00
<i>Etapa de Operación</i>	Estudios Meteorológicos				
	Estudio de Calidad de Aguas (Agua de niebla, agua acueducto)	2	NA	\$50,00	\$100,00
	Diseño del atrapanieblas	1	NA	\$ 70,00	\$ 70,00
	Neblinómetro	8	NA	\$50,00	\$400,00
	Seguros y Pólizas				
	Seguro de cumplimiento	1		\$683,00	\$683,00
	Pago de impuestos	-	-	-	-
	Herramientas y equipamiento atrapanieblas				
	Tubo galvanizado 1pulgada	4	NA	\$25,00	\$100,00
	tubo pvc 1pulgada	4	NA	\$14,00	\$56,00
	Sogas	13	m	\$4,00	\$52,00
	Varillas de anclaje	4	NA	\$5,00	\$20,00
	Tornillos	100	NA	\$1,00	\$100,00
	Uniones	4	NA	\$5,00	\$20,00
	canaleta pvc x 2m	4	NA	\$12,00	\$48
	amarres x 30 cm	4	NA	\$5,00	\$20,00
	Cables antioxidables	50	m	\$15,00	\$750
	Malla Rashel	12	m	\$ 40,00	\$480
	Tensores	12	NA	\$5,00	\$60,00
	Filtros	1	NA	\$60,00	\$60,00

	Tanque de almacenamiento (500 L) aprox	1	m ³	\$200,00	\$200,00
Etapas de Mantenimiento	Informes	2	NA	\$50,00	\$100,00
	Capacitaciones	3	NA	\$50,00	\$150,00
	Evaluaciones/monitoreos	-	NA	-	-
Total Costos del Proyecto					\$ 12.209,00

Elaboración: La autora

La tabla 8, detalla un presupuesto referencial que analiza los costos estimados para la implementación de 8 atrapanieblas, ubicadas en la zona rural de la parroquia Simón Bolívar en el Cantón Santa Elena, con 4.320 habitantes aproximadamente. Para la estimación de los costos, se revisó la investigación de prefactibilidad investigado por Huertas y Molina (2016), donde, se explica que, para una población de alrededor 1.151 habitantes, el número de atrapanieblas óptimo sería de 67, para suplir las necesidades.

En cuanto al análisis, Costo-Beneficio de la implementación de tecnologías alternativas para la generación hídrica en el municipio de la Parroquia Simón Bolívar, se debe tomar a consideración dos sistemas de generación los cuales son: Escenario con proyecto y sin proyecto, es decir, se toma estos dos escenarios para evidenciar los beneficios o ventajas que provee los atrapanieblas. Actualmente, la parroquia, se ha visto afectada por sequías, mala distribución de agua, y falta de energía eléctrica, por ello, usualmente la población requiere del abastecimiento de agua potable a través de carro tanques, como se había mencionado anteriormente en este proyecto.

Si bien es cierto, el sistema de captación de agua a través de métodos no convencionales, no puede abastecer el 100%, es decir, existirá un déficit de abastecimiento de agua a toda la población, por lo tanto, se deberá continuar con los suministros habituales por parte del Municipio, mediante los tanques de almacenamiento y distribución.

2.9. Factores de éxito para la implementación de un proyecto

Los factores de éxito para la implementación de sistemas de atrapanieblas se pueden establecer con base en un diagrama de gestión ambiental, que es una herramienta que ayuda a visualizar estrategias para objetivos interrelacionados entre sí, sujetos a planes de acción que permiten identificar aspectos positivos o preventivos ayudando a transformar los objetivos del proyecto en objetivos medibles y alcanzables desde la perspectiva económica, ambiental y técnica (Arias & Franco, 2018).

Esta herramienta de gestión ayuda al establecimiento de prioridades y al mantenimiento del equilibrio entre objetivos de corto y largo plazo. El presente proyecto está enfocado en utilizar a la economía circular del agua como principal visión para su ejecución, tomando esto en cuenta, la sostenibilidad es parte de este enfoque, por lo que, la principal premisa es la apertura para incluir propuestas de valor a la mayor cantidad de grupos de interés, procesos internos que impulsa la innovación, aprendizaje y crecimiento para promover el fortalecimiento de las competencias basadas en la investigación y el desarrollo (Epstein & Wisner, 2001).

La figura 9, es el Cuadro de Mando Integral, para lograr una gestión ambiental eficiente dentro de cualquier proyecto.

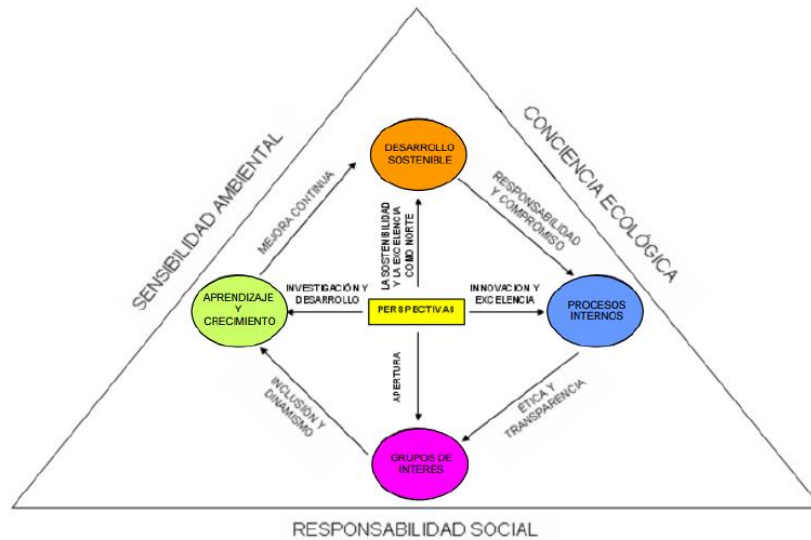


Ilustración 11. Modelo Cuadro Integral para llevar a cabo proyectos.
Fuente: Alarcón, 2019.

En todo proyecto o proceso interno empresarial, la integración de una gestión ambiental con enfoque hacia la sostenibilidad, permitirá cimentar acciones preventivas, impactos y posibles gastos innecesarios, en el esfuerzo por satisfacer las necesidades de los grupos de interés, en este caso de la comunidad rural, al incluir objetivos sociales capaces de promover relaciones proactivas con los diferentes grupos y actores involucrados en todo el proyecto.

Integrar la gestión ambiental y el concepto de desarrollo sostenible en la estrategia, permitirá internalizar los principios de precaución, el control de impactos y costes. Así, el esfuerzo realizado para satisfacer las necesidades y expectativas de los grupos de interés, en este caso de la comunidad rural, al incluir objetivos sociales, capaces de constituir relaciones proactivas con los diferentes grupos y actores involucrados en todo el proyecto.

A continuación, se presenta el cronograma planificado para la realización de este proyecto, que indica un tiempo estimado en meses y días que puede tomar la implementación de los captadores de niebla. Según, revisiones bibliográficas previas, la implementación de estos sistemas no convencionales, no suelen tomar mucho tiempo, por lo que, se toma como tiempo máximo 6 meses para su instalación, misma, que dependerá de varios factores e indicadores como: procesos administrativos, clima de la zona, financiamiento oportuno, etc.

Con relación a los objetivos expuestos, el análisis de las posibles barreras en la implementación y la selección de acciones preventivas se ha formulado una propuesta de proyecto enfocado en abastecer de agua a la zona rural de la parroquia Simón Bolívar en el Cantón Santa Elena, de manera no convencional basada en principios de economía circular del agua, y orientado en los ODS de desarrollo sostenible. Esta propuesta se ha estructurado siguiendo una metodología de Matriz de Marco Lógico, como herramienta de gestión para planificar, monitorear y evaluar las acciones a implementarse durante el proyecto, a través de una hoja de ruta que ha ayudado a alcanzar plenamente los objetivos planteados en esta propuesta, así como también, la identificación de posibles barreras o riesgos para ser prevenidos y/o analizados durante su ejecución. Finalmente, se ha preparado una estimación del costo del proyecto y la duración aproximada que tomaría implementarlo en Simón Bolívar.

A continuación, las conclusiones y recomendaciones derivadas de la realización de la presente propuesta.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Como se dijo en un inicio, el presente proyecto tiene la visión de aportar con soluciones sostenibles a una zona vulnerable de la costa ecuatoriana como es la parroquia Simón Bolívar, por lo que, ésta propuesta resalta la importancia de abrir más investigación e innovación en este tema poco tratado en Ecuador, ya que, se ha identificado múltiples beneficios de los atrapanieblas, siendo uno de estos, que la gente de los sectores rurales tenga acceso a las mismas posibilidades que otro ciudadano.
- El uso del agua de la neblina se presenta como una alternativa viable para el consumo humano especialmente en lugares que carecen de esta necesidad básica, a raíz de los resultados y con los avances logrados en las técnicas de implementación, se ha podido replicar este sistema de manera global, a distintas partes del mundo, con variables climatológicas diferentes. Chile, Perú y Bolivia, están entre los primeros países en haber estudiado e instalado estos sistemas, por lo que, se hace importante analizar las variables que incidieron en la aplicación de los mismos, en cada país para de esta forma estudiar la viabilidad de la implementación en la región costa de Ecuador.
- El proyecto de captadores de niebla como una solución para la provisión de agua dulce en zonas de estrés hídrico, parroquia Simón Bolívar, Provincia de Santa Elena, demuestra ser una alternativa eficiente ligada a la realidad actual del país, que se encuentra en una transición hacia la incorporación de economía circular en sectores productivos, en donde, se promoverá el aprovechamiento de las fuentes hídricas naturales, sin necesidad de grandes inversiones económicas.
- Se puede concluir que en la presente propuesta de proyecto, se han cumplido con éxito los objetivos trazados y se ha aportado de manera eficiente a la adopción de prácticas más sostenibles para la Parroquia Simón Bolívar en cuanto a la implementación de sistemas captadores de neblina.
- Al ser un proyecto de carácter socio-ambiental las materias primas empleadas para la ejecución de este proyecto son de fácil adquisición, con un ciclo de vida amplio y sin la necesidad de fuentes energéticas para su adecuado funcionamiento, lo cual hace que los efectos alternos al ambiente no generen mayor impacto.

Recomendaciones

- Basándose en la investigación de este proyecto, entre las recomendaciones importantes esta que, es vital crear alianzas estratégicas entre el gobierno (municipalidad), academia, instituciones privadas y comunidad en general, para que su implementación y durabilidad en el tiempo sea de manera eficiente, e ir a la par con la concientización a la ciudadanía en capacitaciones de educación sobre la gestión integral de los recursos hídricos.
- En necesario profundizar el análisis del presupuesto para sistemas de captación de niebla, pues esta propuesta solo indica una estimación de su construcción; sin embargo, viendo la necesidad de desarrollar otro tipo de alternativas ante la escasez de agua en el país, este tipo de alternativas pueden presentarse como soluciones oportunas frente a la problemática.
- Fomentar la participación activa de la comunidad, pues estos son los principales actores beneficiados y quienes serán entre los indicadores clave para evaluar el proyecto y su eficiencia.
- Dar oportunidad a proyectos con menor inversión económica. Implementar economía circular, no siempre requiere de inversiones altas o costosas, se recomienda replantear procesos.
- Se recomienda reforzar la normativa y legislación aplicada al recurso hídrico para garantizar el aprovechamiento del recurso y que este llegue a todos los actores involucrados, estableciendo sanciones y subvenciones claras si es necesario, tanto para el sector industrial y la comunidad.

Bibliografía

- Acosta, G., N.; Chafla, P. (2024). *Measuring water poverty based on SDG 6*. Facultad de Economía. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. DOI: 10.1002/wwp2.12191.
- Ahmad, S. (2019). *Numerical Investigation of Nature Inspired Fog Harvesting for water collection*. Department of Mechanical Engineering, The Hong Kong Polytechnic University. Doctoral Thesis. <https://theses.lib.polyu.edu.hk/handle/200/9909>
- Álvarez, C. J., T. S. Cuesta, J. J. Cancela y M. F. Marey, *Gestión de Aguas Residuales en el Ámbito Rural en Galicia, España, Información Tecnológica: 17(3), 15-21 (2006).*
- Arévalo M., (2017). *Propuesta de Diseño de Construcción y Acondicionamiento de un pozo de agua y su incidencia en la vulnerabilidad del acuífero costero en Manglar Alto*. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Repositorio: [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/d660b718-d923-41db-8d16-5bed24a1b523/D-CD102917.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/d660b718-d923-41db-8d16-5bed24a1b523/D-CD102917.pdf)
- Arias J., Franco P. (2018). *Sistemas de Gestión Ambiental y procesos de producción más limpia en empresas del sector productivo de Pereira y Dosquebradas*. VL. 12. DOI: 10.31908/19098367.3714
- Azadi, Hossein. (2020). "Monitoring Land Governance: Understanding Roots and Shoots." *Land Use Policy* 94 (May 2019): 104530. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104530>
- Bai, H. et al. (2014). *Efficient water collection on integrative bioinspired surfaces with star-shaped wettability patterns*. *Adv. Mater.* 26, 5025–5030. <https://doi.org/10.1002/adma.201400262> (2014).
- Banco Mundial, 2018. *Análisis estrés hídrico en Latinoamérica*.
- BELL, S. 2015. "Renegotiating urban water". *Progress in Planning*, 96: 1-28
- Banchón J. (2021). *Diseño de un Sistema de Riesgo por Aspersión en Cultivo de Banano para la "Finca El Garrido" ubicada en Calichana, Cantón Pasaje, Provincia Del Oro*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Bravo C, M. (2023). *Propuesta de utilización de agua lluvia en el proceso de papel reciclado. Enfoque desde la economía circular*. Escuela de Ingeniería de la Producción. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/12796/1/18328.pdf>
- Bueno J. (2023). *La Diversificación de la Actividad Productiva en las Zonas Rurales, un Estudio Empírico en el Cantón Simón Bolívar*. Facultad de Economía Agrícola. Universidad Agraria del Ecuador. Repositorio: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/Tesis%20Final%20-%20Jefferson%20Bueno.pdf>
- Burgos Vera, B., & Suárez Rodríguez, O. (2017). Déficit agroalimentario de la provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(2), 0–8. <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i2.267>
- Brutsaert, W. y Parlange, M. B. (1998). *Hydrologic cycle explains the evaporation paradox*. *Nature*, 396: 30.
- CEPAL, (2013). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Website: <https://www.cepal.org/es>

- Chafra, P. (2022). *El cambio climático en Ecuador: Perspectiva desde la economía circular y la economía del agua*. Boletín de Política Económica, 16, 12–19. Centro de Investigaciones Economicas, FCSH-ESPOL.
- Chávez L. (2014). *La Gestión Local en la ciudad intermedia, un espacio para generar desarrollo local integrando campo y ciudad: Guaranda*. Flacso Ecuador.
- Chamba O., Massa-Sánchez, Fries A. (2019). *Presión demográfica sobre el agua: un análisis regional para Ecuador*. Universidad de los Andes. Venezuela. <https://www.redalyc.org/journal/3477/347766130008/html/>
- Carvajal, C. R. (2015). *Estudio de viabilidad de cosecha de agua de lluvia en Reserva Conchal para su utilización en riego del campo de golf*, 85.
- Carrera-Villacrés, D.V.; Rodríguez-Espinosa, F.; Toulkeridis, T. 2023. *Potential Solutions for the Water Shortage Using Towers of Fog Collectors in a High Andean Community in Central Ecuador*. Sustainability 2023, 15, 9237. <https://doi.org/10.3390/su15129237>
- D.M. Fernandez, A. Torregrosa, P.S. Weiss-Penzias, B.J. Zhang, D. Sorensen, R.E. Cohen, G.H. McKinley, J. Kleingartner, A. Oliphant, M. Bowman. (2018). *Fog water collection effectiveness: Mesh intercomparisons, Aerosol Air Qual. Res.* 18 (2018) 270–283. doi:10.4209/aaqr.2017.01.0040
- Dodson, L.L.; Bargach, J., (2015). *Harvesting fresh water from fog in rural morocco: Research and impact Dar Si Hmad's Fogwater Project in Ait Baamrane*. Procedia Eng. 2015, 107, 186–193. [Google Scholar]
- Domínguez, C., Echeverría, P., Villacís, M., and Violette, S. (2019). *Evaluación de la cosecha de neblina como una fuente potencial para el aprovechamiento de agua*. In: INGA ORTEGA, E., ed. Aplicaciones e innovación de la ingeniería en ciencia y tecnología [online]. Quito: Editorial AbyaYala, 2019, pp. 97-142. ISBN: 978-9978-10-491-0. <https://doi.org/10.7476/9789978104910.0005>
- Echeverría, P., Domínguez, C., Villacís, M. and Violette, S. 2020. *Fog harvesting potential for domestic rural use and irrigation in San Cristobal Island, Galapagos, Ecuador*. Cuadernos de Investigación Geográfica. 46, 2 (Sep. 2020), 563–580. DOI:<https://doi.org/10.18172/cig.4382>.
- ESPAC, (2023). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.
- Espinoza, J. et al. (2018) '*Implementación de un neblinómetro automático para la estimación de la oferta de agua de nieve en la cumbre de La Paz, Bolivia.*', XXVI Jornadas de Jóvenes Investigadores AUGM, (24).
- Epstein, M. y Wisner, P. (2001): "Using a Balanced Scorecard to Implement Sustainability", Environmental Quality Management, Vol. 11, Nº 2. pp. 1-10.
- Ferrer, J. Accenture, Nino Herrería, Alvaro Remon. (2022). Cátedra de economía circular y sostenibilidad, Tecnocampus de Mataró-Universidad Pompeu Fabra. Cátedra UNESCO de Sostenibilidad Universitat Politècnica de Catalunya. Proyecto Economía Circular España
- Fessehayé, Mussié; Abdul-Wahab, Sabah A.; Savage, Michael J.; Kohler, Thomas; Gherezghiher, Tseggai; Hurni, Hans. (2014). *Fog-water collection for community use*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 29(), 52–62. doi:10.1016/j.rser.2013.08.063

- Fessehaye M., Abdul-Wahab SA., Savage MJ., Kohler T., Gherezghiher T., Hurni H., (2017). *Assessment of fog-water collection on the eastern escarpment of Eritrea*. *Water International*, 42(8): p. 1022–36
- FogQuest ONG., (2022). *Harvesting brings water to Morocco's rural communities*. Available: <http://www.middleeasteye.net/news/fog-harvesting-brings-water-moroccos-rural-communities> [26 August 2022].
- Fortuño, M. (2017). *World Economic Forum*. Website: https://es.weforum.org/agenda/2017/03/la-economia-del-agua-cada-vez-sera-mas-importante/?utm_content=buffera2d85&utm_medium=social&utm_source=facebook.c
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). *Proyecciones Poblacionales*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- FAO, (2018). "Las Vías Forestales Hacia El Desarrollo Sostenible de Los Bosques Del Mundo-Las Vías Forestales Hacia El Desarrollo Sostenible." *El Estado Del Mundo*. Roma. <http://www.fao.org/publications/es>.
- FONAG (2019). Fondo para la Protección del Agua.
- GAD Parroquial de Simón Bolívar. (2017). *Territorio y Población*.
- Gonzalez M. (2019). *Integración de las Cadenas Productivas de las Mipymes Agrícolas y Artesanales del Cantón Simón Bolívar, a través de un plan de captación gestionadas por el GAD Municipal del Cantón Simón Bolívar*. Instituto de Postgrado y Educación Continua. Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador.
- Klemm, O., Schemenauer, R. S., Lummerich, A., Cereceda, P., Marzol, V., Corell, D., Frost, E. (2012). *Fog as a Fresh-Water Resource: Overview and Perspectives, 1998*, 221–234. <https://doi.org/10.1007/s13280-012-0247-8>
- Kim, J. Y., Kang, J. H., Moon, J. W., & Jung, S. Y. (2022). *Improvement of water harvesting performance through collector modification in industrial cooling tower*. *Scientific Reports*, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08701-3>
- Kishan M., Glenn A. H. (2022). *A Simple Setup to Explore Fog Harvesting as a Clean and Sustainable Source of Water*. *J. Chem. Educ.* 2022, 99, 10, 3553–3557. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00018>
- Knapczyk-korczyk, J., Szewczyk, P. K., Ura, D. P., Bailey, R. J., Bilotti, E., & Stachewicz, U. (2020). *Jo. Sustainable Materials and Technologies*, e00191. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2020.e00191>
- Lado, M. y M. Bem-Hur, M. *Treated domestic sewage irrigation effects on soil hydraulic properties in arid and semiarid zones: A review*, *Soil and Tillage Research*: 106(1), 152-163 (2009).
- Lucier K. and Qadir M., (2018). *Gender and Community Mainstreaming in Fog Water Collection Systems*. *Water*, 10(10): p. 1472.
- Jessenia, L., Herrera, S., Alexander, J., Aragundi, G., Yelena, F., Jaramillo, V., & Muñoz, E. S. (2023). *Modelo de Economía Circular en Ecuador: análisis descriptivo*, 4(10).
- Magallanes F. (2012). *Estudio de Factibilidad para la Creación de una Empresa Especializada en Sistemas de riego en el Cantón Simón Bolívar*. Unidad Académica de Ciencias Administrativas y Comerciales. Universidad Estatal de Milagro.

- Martín, A., & González, A. (2014). *Sistema de captación, almacenamiento y purificación de agua de lluvia. Coordinación de tratamiento y calidad del agua*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Morelos.
- Manina G., Gulhan H., Bing-Jie Ni (2022). *Water reuse from wastewater treatment: The transition towards circular economy in the water sector*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127951>
- Melgarejo J., (2019). *Circularidad del Agua, retos de agua en España*. Cámara de Comercio de España. https://www.camara.es/sites/default/files/detalle/infografia_la_circularidad_del_agua.pdf
- Menchaca S., D. (2018). *Las Actividades humanas y el agua*. Dirección de Comunicación de la Ciencia. Universidad Veracruzana. México.
- Mera, M. (2021). *Comunas y políticas públicas: una mirada desde la perspectiva de actores no estatales de la ruralidad costera ecuatoriana*. Departamento de Asuntos Públicos. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador. Tesis Doctoral: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/17500/2/TFLACSO-2021MJMC.pdf>
- Mistry, K., & Hurst, G. A. (2022). A Simple Setup to Explore Fog Harvesting as a Clean and Sustainable Source of Water. *Journal of Chemical Education*, 99(10), 3553–3557. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00018>
- Morseletto, P., Eline, C., & Stefania, M. (2022). Circular Economy of Water : Definition , Strategies and Challenges. *Circular Economy and Sustainability*, 1463–1477. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00165-x>
- OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development). (2009). *Alternative Ways of Providing Water: Emerging Options and Their Policy Implications*. Advance Copy for 5thWorldWater Forum. OECD: Paris.
- O. Klemm, R.S. Schemenauer, A. Lummerich, P. Cereceda, V. Marzol, D. Corell, J. Van Heerden, D. Reinhard, T. Gherezghiher, J. Olivier, P. Osses, J. Sarsour, E. Frost, M.J. Estrela, J.A. Valiente, G.M. Fessehay, *Fog as a fresh-water resource: Overview and perspectives*, *Ambio*. 41 (2012) 221–234. doi:10.1007/s13280-012-0247-8.
- Pascual-Aguilar, J.A, Naranjo M., F., Payano, R., y Pérez (2011). *Tecnología para la recolección de agua de niebla*. DOI:10.13140/RG.2.1.4806.7048
- Pizarro G., (2017). *Diseño de un "Spatial Data Warehouse" y su incidencia en la generación de nuevos proyectos en la Dirección Técnica de Vinculación con la Sociedad de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil*. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Universidad Técnica de Ambato.
- PNUD Ecuador. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2018).
- Quinteros-Carabalí, J., & Gómez, A. (2020). *Diseño e implementación de torres atrapanieblas (3D) y Ecosistema Informático de Monitoreo con Internet de las Cosas y Aprendizaje Automático*. Repositorio de La Universidad Central Del Ecuador, 1.
- Quispe, H. (2023). *Evaluación de la Producción Agropecuaria y su incidencia en la economía campesina de la Comuna Juntas del Pacífico de la Parroquia Simón Bolívar Provincia de Santa Elena*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Repositorio: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10271>

- Rivera S. (2016). *La sostenibilidad del recurso hídrico en el Ecuador: análisis multicriterial de la gestión del agua*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador. www.flacsoandes.edu.ec.
- Rivera O. (2017). *Implementación de Sistemas Básicos de Captación de agua de niebla, caso de estudio Las Verapaces*. Repositorio de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). *Water Use and Stress*. Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/water-use-stress>' [Online Resource]
- R.S. Schemenauer, P. Cereceda, (1994). *A Proposed Standard Fog Collector for Use in High Elevation Regions*. (1994) 1313–1322. Doi: 10.1175/1520- Journal Pre-proof Journal Pre-proof 17 0450(1994)0332.0.co;2
- R. Holmes, J. de D. Rivera, E. de la Jara. (2015). *Large fog collectors: New strategies for collection efficiency and structural response to wind pressure*. *Atmos. Res.* 151 (2015) 236–249. doi:10.1016/j.atmosres.2014.06.005
- Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). 2011. *Estado situacional del Ecuador en cuanto al manejo de los recursos hídricos: Oferta y demanda hídrica en Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Secretaría Nacional de Planificación, (2024). *Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025*.
- Schemenauer; Cereceda P., Osses P., (2017). *FogQuest, Fog Water Collection Manual*. FogQuest. Website: <https://fogquest.org/videos-information/fogquest-manual/>
- Schemenauer, R.S. and Joe, P.I., 1989. *The collection efficiency of a massive fog collector*. *Atmos. Res.*, 24: 53-69.
- Sever, C., (2018). *Gender and Water: Mainstreaming Gender Equality in Water, Hygiene and Sanitation Interventions; Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), Federal Department of Foreign Affairs (DFA): Bern, Switzerland, 2005; Available online: <https://static1.squarespace.com/static/536c4ee8e4b0b60bc6ca7c74/t/53c54145e4b0d5974bbf10c6/1405436229252/SDC+gender++water.pdf> (accessed on 28 June 2018)*.
- Silva, TGE, Pontes, AC da SJE, Musetti, MA y Ometto, AR. (2021). *Economía circular: una visión general del estado del arte de las políticas públicas en Brasil*. *Revista de producción en línea*, 21(3), 951–972.
- Sullivan, C. A. (2002). Calculating a water poverty index. *World Development*, 30(7), 1195–1210. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00035-9](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00035-9)
- Torresano, M. M., Jaramillo, Y., & Calles, L. J. (2020). *Resumen del informe final de la consultoría para la fase I del Libro Blanco para la Economía circular*. Unión Andina de Cementos: <https://n9.cl/bdm3h>
- Tromben, C. (2011). *América Latina y el agua: la crisis de la liquidez*. Disponible en: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/america-latina-y-elagua-la-crisis-de-la-liquidez>. [Consulta: febrero, 2018].
- Twenergy. <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/como-ahorrar-agua/estres-hidricosituacion-mexico/>. 27 de Noviembre de 2019. <http://www.google.com> (último acceso: sábado de mayo de 2020).

- UNDP, (2006). Human Development Report 2006 Beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis. New York: UNDP. (Human development report)
- UNESCO World Water Assessment Programme. (2021). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2021*. Ecología Política, (19), 49–65.
- Valero, L., Idrovo T. (2018). *Investigación Documental: Necesidades Sociales de la zona 5: caso agua potable en el Cantón Simón Bolívar*. Facultad de Ciencias administrativas y Comerciales. Universidad Estatal de Milagro.
- V.A. Ganesh, A.S. Ranganath, A. Baji, H.K. Raut, R. Sahay, S. Ramakrishna. (2017). *Hierarchical Structured Electrospun Nanofibers for Improved Fog Harvesting Applications*, Macromol. Mater. Eng. 302 (2017) 1600387. doi:10.1002/mame.201600387
- Varela, L. A., Ron, S. R. 2018. *Geografía y clima del Ecuador*. BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en <<https://bioweb.bio/geografiaClima.html>> Consulta: 31 de enero 2019.
- Verbrugghe, N., Ahmed Z. Khan. (2023). *The social aspects of a fog collection project : engaging the social aspects of a fog collection project : engaging communities through a participatory approach*, (May). Building, Architecture and Town Planning Department (BATir), Université Libre de Bruxelles (ULB), Belgium. Research Gate.