
Desarrollo de Dispositivo Portátil para la captación Pasiva de Agua de Niebla en los Montes de
María Colosó Sucre, Colombia, 2022

Yiseth Patricia García Padilla

Aldaír Andrés Suárez Torres

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias básicas, Ingenierías y Arquitectura
Programa de Arquitectura
Sincelejo-Sucre
2023

Desarrollo de Dispositivo Portátil para la captación Pasiva de Agua de Niebla en los Montes de
María Colosó Sucre, Colombia, 2022

Yiseth Patricia García Padilla

Aldaír Andrés Suárez Torres

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Director

Pedro Arturo Martínez Osorio

Doctor en diseño, Magister en Educación

Codirectora

Natalia Alario Martínez

Magíster en Arquitectura de Interiores, Bioclimática y Nuevas tecnologías

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

Facultad de Ciencias básicas, Ingenierías y Arquitectura

Programa de Arquitectura


Sincelejo-Sucre

2023


Nota de Aceptación

Nota Sustentación: 4.5

Fecha 20/06/2023



Director



Evaluador 1



Evaluador 2

Sincelejo, Sucre, 29/03/2023.

Agradecimientos

Los resultados de este trabajo están dedicados a cada persona que ha hecho parte de nuestro proceso académico y profesional. Ha sido un proceso satisfactorio para nuestro aprendizaje, porque cada día aprendemos cosas e incrementamos nuestros conocimientos en el área de la investigación de la arquitectura recíproca. Realmente nuestros agradecimientos van dirigidos a la Corporación Universitaria del Caribe (CECAR), a la localidad rural del municipio de Colosó, específicamente la Vereda el Paraíso y a nuestros profesores y tutores Pedro Arturo Martínez Osorio y Natalia Alario Martínez, arquitectos que a lo largo de estos meses nos ayudaron a recopilar todo tipo de información objetiva con relación al tema, con el fin de brindarnos cercanía a la realidad que en diversos momentos debemos afrontar con total responsabilidad. Por último, y no menos importante, a nuestros padres quienes nos ayudaron a brindar el soporte económico.

Tabla de Contenido

Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción	12
1. Planteamiento del Problema	14
1.1 Formulación del problema	33
1.2 Objetivos.....	33
1.2.1 Objetivo general.....	33
1.2.2 Objetivos específicos	33
2. Marco de Referencias	34
2.1 Marco Teórico.....	34
2.1.1 Arquitectura de lugar	35
2.1.2 Captación de niebla.....	36
2.1.3 Arquitectura biomimética	41
2.1.4 Sostenibilidad y arquitectura sostenible.....	43
2.1.4 Estructuras desmontables.....	45
2.2 Marco Conceptual.....	47
2.2.1 Temperatura Atmosférica	47
2.2.2 Niebla.....	47
2.2.3 Lluvia Horizontal	47
2.2.4 Humedad Atmosférica	48
2.2.5 Nubes	48

2.2.6 Cambio climático	48
2.2.7 Estructuras desplegadas	48
2.2.8. Atrapanieblas	49
3. Metodología y Materiales	50
3.1 Metodología	50
3.1.1 Tipo de Investigación.....	50
3.1.2 Fases y Actividades.....	51
4. Resultados y Discusión.....	60
4.1 Resultado de Fases	60
4.1.1 Resultados fase 1: Empatizar	60
4.1.2 Resultados fase 2: Definir	72
4.1.3 Resultados fase 3: Idear	78
4.1.4 Resultados fase 4: Prototipar	87
4.1.5 Resultados fase 5: Testear.....	112
Conclusiones	123
Referencias.....	124
Anexos	130

Tabla de Figuras

Figura 1 Atrapanieblas.....	16
Figura 2 Sistema de captación de niebla.....	17
Figura 3 Dispositivo CloudFisher.....	19

Figura 4 Búsqueda de termino Fog Collector a nivel mundial.....	19
Figura 5 Búsqueda de termino Fog Collector a nivel nacional.....	21
Figura 6 Proyecto WARKA: Torres de bambú que recogen agua potable del aire.....	22
Figura 7 Dispositivo de Torres de Niebla Costera.....	23
Figura 8 Calidad de agua por departamento en Colombia.....	24
Figura 9 Municipios con problemas de abastecimiento de agua en épocas de sequía y agua no potable.....	25
Figura 10 Localización de Subregión de Los Montes de María.....	26
Figura 11 Localización del municipio de Colosó.....	27
Figura 12 Humedad del municipio de Colosó.....	29
Figura 13 Nubosidad del municipio de Colosó.....	29
Figura 14 Vientos del municipio de Colosó.....	30
Figura 15 Resumen de las especies vegetales y animales que recolectan agua de niebla.....	42
Figura 16 Módulo de cobertura y su alternativa lineal.....	45
Figura 17 Vivienda Expandible.....	46
Figura 18 Método de investigación Desing Thinking.....	50
Figura 19 Accesibilidad.....	61
Figura 20 Estado de vías de acceso.....	62
Figura 21 Gráficos de asoleamiento y vientos existentes en el municipio de Colosó.....	63
Figura 22 Gráfico de topografía existente en el sitio.....	64
Figura 23 Muestra de evidencia a entrevistas realizadas a los habitantes de la vereda El Paraíso.....	69
Figura 24 Evidencia de estado del agua, con el que se abastecen los habitantes de la vereda El Paraíso.....	69
Figura 25 Resultado de preguntas de las entrevistas realizadas al grupo de habitantes de la Vereda el Paraíso.....	70
Figura 28 Bocetos o primeras ideas del dispositivo captador de niebla para la vereda El Paraíso.....	80
Figura 29 Maqueta 1, esc:1:25.....	82

Figura 30	Construcción de maquetas esc:1:5, diferentes materiales de amarre.	83
Figura 31	Resultados de diversas ideas de diseño en maqueta.	84
Figura 32	Ideas visualizadas en modelo 3d.	85
Figura 33	Visualización de ideas de diseño.	86
Figura 34	Evolución formal del prototipo (proceso de armado y desarmado).	88
Figura 35	Estructura de dispositivo.	89
Figura 36	Formas desplegadas.	90
Figura 37	Materialidad del dispositivo.	91
Figura 38	Detalle de implantación de la estructura en terreno.	92
Figura 39	Presupuesto base para construcción de dispositivo a escala real.	93
Figura 40	Planos arquitectónicos.	94
Figura 41	Dispositivo captador de agua de niebla.	96
Figura 42	Proceso constructivo de maqueta de prototipo a esc. 1:25.	97
Figura 43	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	102
Figura 44	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	103
Figura 45	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	104
Figura 46	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	105
Figura 47	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	106
Figura 48	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	107
Figura 49	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	108
Figura 50	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	109
Figura 51	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	110
Figura 52	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	111
Figura 53	Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.	112
Figura 54	Sistemas de prueba (Neblinómetros), implantados en sitios distintos.	115
Figura 55	Evidencia de recolección de muestras de neblinometro 1.	117
Figura 56	Evidencia de recolección de muestras de neblinometro 2.	118
Figura 57	Resultado de preguntas formuladas para entrevista de percepción de neblinómetros.	119

Índice de Tablas

Tabla 1	Preguntas base de entrevista para habitantes de la vereda El Paraíso.....	52
Tabla 2	Aspectos fundamentales a seguir.	54
Tabla 3	Insights (Perspectivas).	54
Tabla 4	Estructura base para el desarrollo de puntos de vistas (POV).	55
Tabla 5	Orden de generación de proceso de ideas para el diseño del prototipo.	56
Tabla 6	Elementos para el adecuado desarrollo de la propuesta a la construcción del dispositivo final.	57
Tabla 7	Preguntas base para entrevista de opiniones finales frente a la construcción de los neblinómetros.....	58
Tabla 8	Tabla de descripción de especie vegetal (Caracolí).	64
Tabla 9	Tabla de descripción de especie vegetal (Campano).	65
Tabla 10	Tabla de descripción de especie vegetal (Roble).	66
Tabla 11	Tabla de descripción de especie vegetal (Iraca).	66
Tabla 12	Tabla de descripción de especie vegetal (Corozo).	67
Tabla 13	Ventajas frente a la realización de entrevistas a la población.....	72
Tabla 14	Perfiles de los habitantes.....	73
Tabla 15	Points of View (Puntos de vista).....	75
Tabla 16	Criterios en base a las percepciones.....	77
Tabla 17	Estrategias sostenibles planteadas para el dispositivo.	79

Resumen

Esta investigación, cuyo objetivo es diseñar un dispositivo portátil para la captación pasiva de agua de niebla en los Montes de María y objetivos específicos; analizar las condiciones del lugar para el óptimo aprovechamiento de la niebla en el desarrollo del prototipo, analizar diversos referentes para la captación de niebla actualmente existentes, diseñar una propuesta formal, tectónica, estructural, funcional y desarrollar un proceso de construcción del dispositivo, se presenta como una propuesta factible que propone una solución a la falta de agua potable existente en el municipio Colosó; debido a las problemáticas de abastecimiento hídrico que ponen en riesgo la subsistencia y la mejora de la calidad de vida los habitantes de la población El Paraíso, cuya problemática se aborda a través de una investigación de campo basada en el método design thinking y sus fases (empatizar, definir, idear, prototipar y testear), que permitieran entender más de cerca la naturaleza de la problemática y brindar una solución más acertada frente al conocimiento de las necesidades de los habitantes, el aprovechamiento de los recursos propios del sitio en la construcción y funcionamiento del dispositivo, el manejo de la sostenibilidad, la relación entre el dispositivo, entorno y habitantes, hasta la verificación de la funcionalidad del dispositivo planteado. Dejando en evidencia que la propuesta brinda una forma alternativa de abastecimiento, en zonas cuyas condiciones se ven afectadas por problemáticas hídricas; siendo una solución sostenible y sencilla, que ayudaría a minorar la necesidad existente en estos territorios y a garantizar una mejor calidad de vida para sus habitantes.

Palabras clave: dispositivo portátil, atrapanieblas, niebla, sostenibilidad, captación, agua, abastecimiento, tecnología innovadora, sistema innovador, satisfacción de necesidades.

Abstract

This research, whose objective is to design a portable device for the passive collection of fog water in the Montes de María and specific objectives; analyze the conditions of the place for the optimal use of fog in the development of the prototype, analyze various references for the collection of fog currently existing, design a formal, tectonic, structural, functional proposal and develop a process of construction of the device, is presented as a feasible proposal that proposes a solution to the lack of drinking water in the municipality Colosó; due to the problems of water supply that put at risk the subsistence and the improvement of the quality of life of the inhabitants of the town of El Paraíso, whose problems are addressed through a field research based on the design thinking method and its phases (empathize, define, devise, prototype and test), The research was based on a field research based on the design thinking method and its phases (empathize, define, devise, design, prototype and test), which allowed to understand more closely the nature of the problem and provide a more accurate solution to the knowledge of the needs of the inhabitants, the use of the site's own resources in the construction and operation of the device, the management of sustainability, the relationship between the device, environment and inhabitants, until the verification of the functionality of the proposed device. Leaving in evidence that the proposal provides an alternative form of supply, in areas whose conditions are affected by water problems; being a sustainable and simple solution, which would help to reduce the existing need in these territories and to ensure a better quality of life for its inhabitants.

Keywords: portable device, fog catcher, fog, sustainability, catchment, water, supply, innovative technology, innovative system, satisfaction of needs.

Introducción

El presente trabajo, abarca la problemática hídrica actual que afecta a muchas poblaciones a nivel mundial, nacional y regional, en temas de escasez, mal estado del agua y poca accesibilidad a este recurso, (United Nations, n.d.-b).

Situación que ha generado la aparición de sistemas que se han desarrollado a lo largo de los años en múltiples lugares, para la mejora de las condiciones de vida de las poblaciones, dejando en evidencia la generación de efectos positivos como el fácil abastecimiento; que estos sistemas han logrado alcanzar, especialmente en lugares con mayor escasez de agua potable o zonas donde el efecto de la temporada de sequías afecta considerablemente, (Garcidueñas, 2018). Es así que este trabajo se basa en la situación existente en el municipio de Colosó-Sucre frente a dicha problemática y como a partir de esto se plantea la construcción de un dispositivo portátil como una posible solución, cuyo fin sea el abastecimiento de agua de forma alterna, mucho más sostenible, económica e innovadora, buscando la satisfacción de las necesidades actuales de la población, frente al recurso hídrico del municipio.

En el capítulo 1 se aborda la importancia que tiene el manejo del recurso hídrico, visto como un derecho fundamental de la vida según la ONU, para la satisfacción de las necesidades de las poblaciones y el mejoramiento de la calidad de vida de las mismas. Así mismo se habla del cómo los constantes cambios climáticos, el aumento poblacional, el mal manejo del recurso hídrico y la mala administración de los entes encargados de los territorios; han contribuido a la falta de agua y su mal estado, afectando considerablemente a muchas poblaciones (UNESCO, 2020). Además de como a raíz de esto han surgido nuevas tecnologías como los atrapanieblas, como una solución a la problemática hídrica existente a nivel mundial y como a partir de esto se han ido presentando diversos referentes de tecnologías innovadoras con el mismo fin. También se plantea como solución alternativa la implementación del dispositivo portátil captador de niebla en el municipio de Colosó-Sucre con base en las problemáticas y características existentes en dicho

territorio. Para finalmente plantear unos objetivos que permitan alcanzar la construcción final del dispositivo propuesto.

En el capítulo 2 se abarcan las diversas teorías necesarias para la construcción de las bases referentes en el diseño del dispositivo planteado, al igual que los conceptos necesarios para llevar a cabo la construcción de dicho dispositivo con mucha más claridad y de forma más rápida.

El capítulo 3, comprende la metodología a seguir en la construcción teórico- práctica del desarrollo del dispositivo portátil planteado, mediante un número de fases que van a demarcar los pasos a seguir; que van desde la recolección de datos en el entorno de trabajo, la interacción con la población afectada, el reconocimiento del lugar y las problemáticas existentes, hasta el planteamiento de las posibles soluciones y materiales a utilizar.

Mientras que en el capítulo 4, se habla acerca de los resultados obtenidos, con base en cada una de las fases realizadas anteriormente en la metodología, permitiendo ver con más objetividad la propuesta, además de permitir verificar que, tan factible puede llegar a ser el dispositivo final, en su aspecto conceptual, formal, estructural, funcional y sostenible.

Es así, que finalmente se llega a una conclusión, basándose en todos los capítulos anteriormente dichos, donde se da la certeza de que el dispositivo propuesto en el municipio de Colosó es una solución acertada a la problemática hídrica existente actualmente en dicho territorio, que permitirá la mejora de la calidad de vida de la población, de una forma más económica, sostenible y sencilla.

1. Planteamiento del Problema

El aumento continuo de la población mundial y el cambio climático global ha alterado los patrones de temperaturas, lluvias y sequías, introduciendo desafíos cada vez mayores en cuanto al abordaje de la problemática del agua, (Pajares, 2001, como se citó en Linares, 2016).

Esta valoración de la importancia del manejo del recurso agua está íntimamente vinculada con el cambio general con el que la sociedad percibe las cuestiones ambientales. Por lo que, el continuo crecimiento de la población civil a nivel mundial y las causas-efectos de los fenómenos del cambio climático que ha modificado los sistemas de sequías, lluvias y elevadas temperaturas, generan retos cada día más preocupantes, con relación a las problemáticas del agua.

Según La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020), el cambio climático afecta y a su vez se ve afectado por los recursos hídricos mundiales, reduciendo la predictibilidad de la disponibilidad de agua y altera la calidad de la misma. El cambio climático también aumenta la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos, amenazando el desarrollo socioeconómico sostenible y la biodiversidad en todo el mundo; trayendo consigo múltiples implicaciones en los recursos hídricos.

Por lo que, el cambio climático agudiza los siempre crecientes desafíos asociados con la gestión sustentable del agua, al igual que la forma en que esta se gestiona; influyendo en los factores del cambio climático. Esta fundamentación de la correcta manipulación del recurso renovable, como el agua, está directamente relacionada con la variación general que la sociedad civil dentro de un determinado contexto percibido a través de los problemas ambientales, de acuerdo a (Muñoz, 2020).

El pueblo colombiano a nivel mundial es calificado por ser un lugar con gran diversidad y riqueza hidrográfica, pero el acelerado crecimiento de la población civil, la inconsciencia social

del correcto uso del agua y la inexistencia de estructuras aptas para la movilidad de tal recurso proporciona que la escasez del agua aumente con el paso del tiempo.

El aumento en la presión sobre el recurso hídrico es inminente, por lo cual se debe promover e implementar el uso eficiente y ahorro imperativo del agua. A partir de lo planteado por (Minambiente, 2018), crear y emplear diversas herramientas para el diligenciamiento del limitado recurso de agua es importante para mejorar la demanda de la misma, posibilitando constatar la facultad de ordenamiento de los sistemas hídricos y la conformidad con el ciclo de agua y/o hidrológico, promoviendo así la sostenibilidad de los recursos del suelo y agua, de tal manera que se perfeccione la distribución y el acceso de este recurso que en gran manera es inagotable pero limitado.

El agua es un derecho fundamental para el vivir y el subsistir del ser humano, puesto que, satisface necesidades básicas en las diferentes actividades que genera cada individuo. Es por esto que la ONU, adoptó los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el objetivo 6: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” y establece para 2030,

(...) incrementar esencialmente la eficacia en el gasto del recurso hídrico (agua) para todas las poblaciones y alcanzar una apta extracción y predictibilidad sostenible de aguas dulces haciendo frente a la escasez de agua, y reduciendo sustancialmente el número de personas que la padecen. (ONU, 2015, p.35).

Es decir, la idea fundamental de la organización de naciones unidas es plantear que el agua sea el centro del progreso sostenible y sea un elemento importante para el desarrollo y/o progreso social y económico, generando energía, desarrollando alimentos para la subsistencia de los seres vivos. Este recurso limitado es imperativo porque forma parte de la adecuación del cambio climático y es una conexión fundamental entre los seres humanos como sociedad y medioambiente.

Debido a la inexistencia y escasez de aguas lluvias, subterráneas y superficiales en diversas zonas del mundo, se han desarrollado nuevas tecnologías para llevar a cada zona este líquido fundamental, como lo son los sistemas de captación pasiva de agua de niebla conocidos comúnmente como el nombre de atrapanieblas. Como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1

Atrapanieblas.



Nota. Adaptado de ¿Qué son los atrapanieblas? (Fotografía), por Expok (<https://www.expoknews.com/que-es-un-atrapanieblas/>).

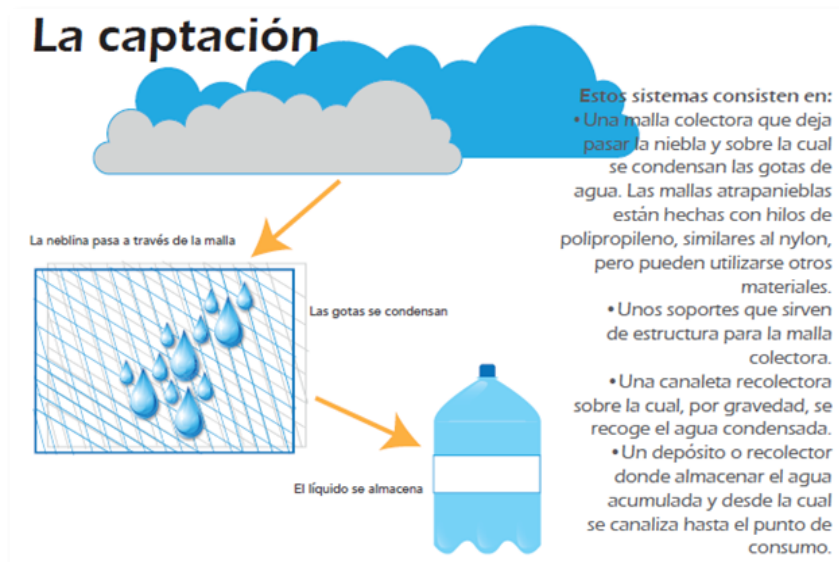
Según Expok, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en colaboración con experimentadores de Chile, evidenciaron que se logra conseguir agua a partir de la precipitación de la neblina en diversas zonas desérticas y/o montañosas, aprovechables para el consumo humano y diversas actividades como la agricultura y la ganadería.

Esta técnica de captación de agua de niebla es un sistema efectivo y sustancial en zonas con altas montañas y de baja precipitación fluvial, puesto que, es evidente la manifestación de neblina, como un fenómeno que se encuentra en prácticamente todos los ecosistemas, lo cual puede aprovecharse como un sistema opcional para captar el agua que produce la atmósfera, que sirve

para el riego de cultivos en zonas agrarias y/o agropecuarias o en algunos ámbitos para el consumo humano partiendo de un óptimo tratamiento. Esto se evidencia en la figura 2.

Figura 2

Sistema de captación de niebla.



Nota. Adaptado de *¿Qué son los atrapanieblas?* (Fotografía), por Expok, (<https://www.expoknews.com/que-es-un-atrapanieblas/>).

Es decir, que las entidades públicas e hídricas, instituciones de servicios públicos, entidades ambientales y las comunidades locales deben promover diversas planeaciones para indagar a fondo sobre la obtención adecuada de fuentes y/o sistemas hídricos que logren facilitar el acceso a este recurso renovable en bajo costo y con un índice de contaminación poco elevado.

Por lo tanto, este sistema de recolección de niebla proporciona la disminución de ciertos efectos contaminantes respecto a su condensación, lo que en gran manera se convierte en una idea fundamental para ser implementada en áreas y/o zonas rurales en donde la producción de químicos o contaminantes no es tan común, el transporte de agua a estos sitios es mucho más caro; debido a las grandes distancias y recorridos de los tubos de acueductos. Además, de que el estado o

entidades locales y regionales no prestan los servicios públicos correspondientes a estas zonas de la mejor manera, afectando la calidad de vida e integridad de las personas.

A partir de estas problemáticas y necesidades, a lo largo de los años han surgido nuevas tecnologías alrededor del mundo, relacionadas con el tema de la creación de prototipos de captación de agua de niebla, convirtiéndose en proyectos de desarrollo tecnológico que buscan proporcionar opciones para la recolección de agua en zonas de difícil acceso a este recurso hídrico, de una manera fácil y económica; teniendo como objetivo la mejora de la calidad de vida de dichas comunidades.

Con relación a estos nuevos desarrollos se pueden encontrar diversos estudios en las bases de datos de patentes y registros de propiedad intelectual en el mundo, propuestas como *Pioneering fog-harvesting technology helps relieve water shortages in arid regions* que, según Jewell, C. (2018), consiste en la creación de un dispositivo llamado *CloudFisher* diseñado por el ingeniero Peter Trautwein, en forma de una estructura de gran altura tipo pantalla que está compuesta por un tipo de malla que se encuentra sujeta a unas estructuras de acero, es un proyecto que se creó con el fin de brindar agua de una forma sostenible, especialmente a las comunidades que carecen del líquido y que sufren por las constantes sequías, además de ser territorios que se encuentran situados en lugares favorecidos con la existencia de niebla, que puede ser aprovechable para su desarrollo y mejora de calidad de vida. Se evidencia en figura 3.

Figura 3

Dispositivo CloudFisher.



Nota. Adaptado de WIPO Patents (Fotografía), por Trautwein, 2018, WIPO ([https://patentscope.wipo.int/search/en/result.jsf? vid=P20-LCFEJO-26158](https://patentscope.wipo.int/search/en/result.jsf?vid=P20-LCFEJO-26158)).

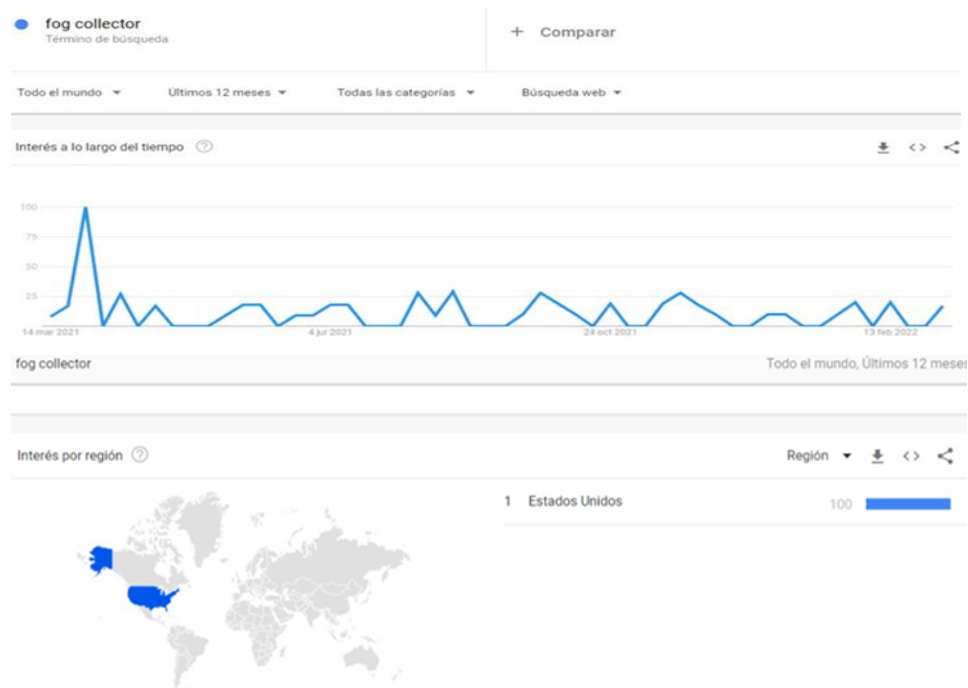
Del mismo modo, realizando una pesquisa sobre las tendencias de búsqueda a nivel nacional e internacional relacionadas con el objeto de estudio, podemos encontrar que en el buscador Google Trends el término fog collector (captador de niebla) a nivel mundial es conocido o buscado mayormente en el territorio estadounidense con un porcentaje del 100% durante el año 2021, siendo el mes de marzo el mes con mayor búsqueda y disminuyendo considerablemente su nivel en los siguientes meses. Como se observa en la figura 4. Mientras que el término fog (niebla) a nivel nacional, se puede decir que es conocido en varias de las ciudades colombianas, teniendo un alto porcentaje de búsqueda en Cundinamarca, Bogotá y Antioquia durante los meses de noviembre y diciembre del año 2021 con un incremento de interés. Esto se evidencia en la figura 5.

Sin embargo, estos términos no tienen ningún porcentaje de interés en muchos municipios y ciudades del país, donde podrían ser utilizados como un elemento que ayude a la potencialización del territorio y por ende a la mejoría de la calidad de vida de muchos seres humanos que habitan en zonas carentes del recurso hídrico tan importante como lo es el agua. Por lo que esta propuesta, que abarca el proyecto para el municipio de Colosó sería el primer prototipo de captación de agua

de niebla planteado en Sucre como una opción alternativa de obtención de agua de forma sostenible.

Figura 4

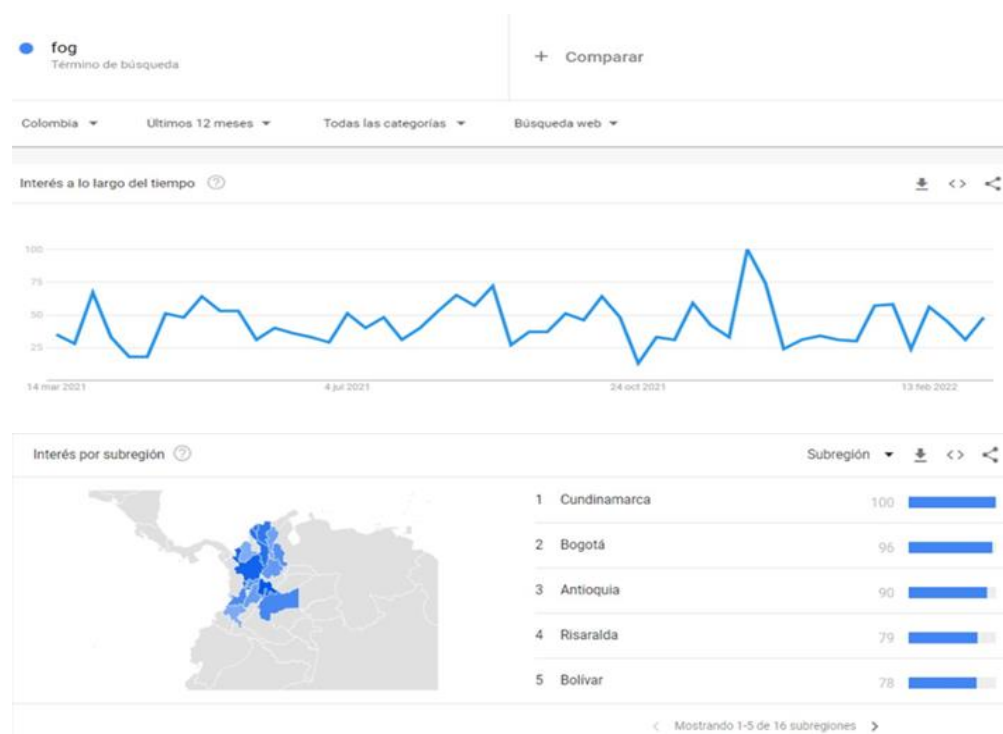
Búsqueda de termino Fog Collector a nivel mundial.



Nota. Abarcado de Goole Trends, 2022.

Figura 5

Búsqueda de termino Fog Collector a nivel nacional.

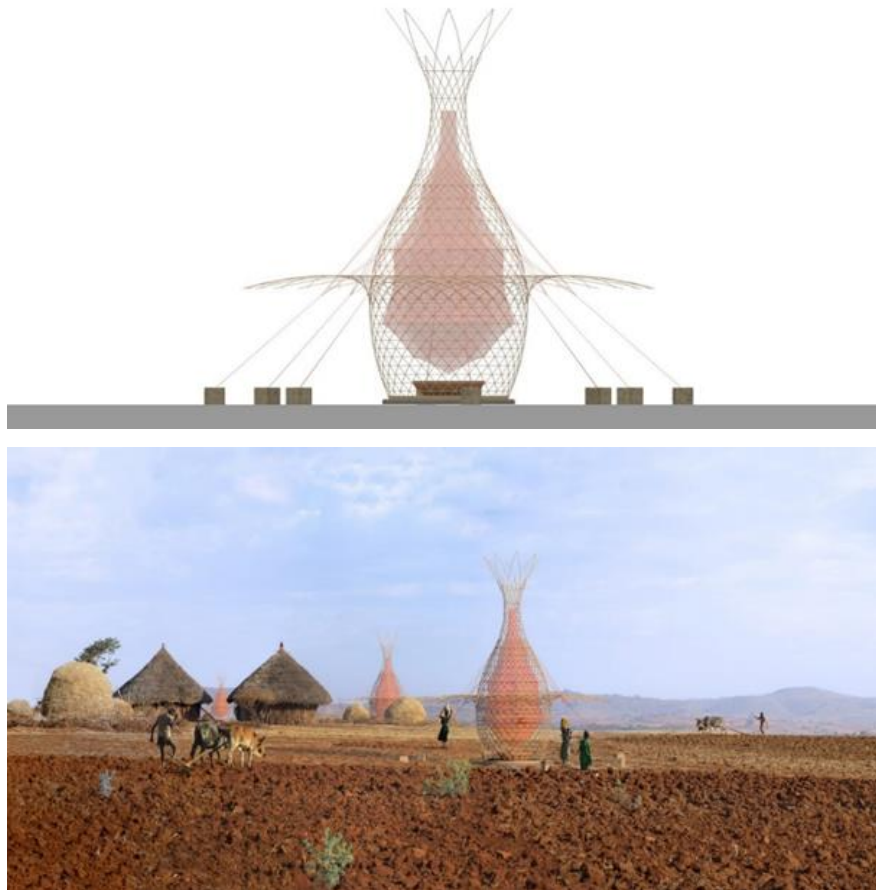


Nota. Abarcado de Goole Trends, 2022.

Así mismo, uno de los referentes que se considera de gran importancia para este trabajo es el proyecto Warka Water, creado por el arquitecto y artista de origen italiano Vittori, que consiste en Torres de bambú que recogen agua a partir de la niebla y el aire, convirtiéndola en potable, su concepto está inspirado en los atrapanieblas, en la cultura, tradiciones locales y naturaleza del sitio en el que se sitúa. Este es un elemento de gran altura diseñado con el fin de servir como una alternativa a la necesidad de falta de agua que tenía la comunidad donde se estableció, de una manera innovadora, de fácil construcción, bajo costo, ecológica y biodegradable, además su estructura fue pensada; teniendo en cuenta las características del sitio, desde sus materiales, cultura y vegetación; dando como resultado un elemento arquitectónico enfocado en generar un desarrollo sostenible a dicha comunidad. (Franco, 2017). Como se observa en figura 6.

Figura 6

Proyecto WARKA: Torres de bambú que recogen agua potable del aire.



Nota. Abarcado de Proyecto WARKA: Torres de bambú que recogen agua potable del aire (Fotografías), por Franco, 2014, Archdaily (<https://www.archdaily.co/co/02-351457/proyecto-warka-torres-de-bambu-que-recogen-agua-potable-desde-el-aire>).

Igualmente, otro referente importante para el desarrollo de esta propuesta, es el proyecto Torre de Niebla Costera ubicado en Huasco-Chile. Este prototipo fue diseñado por el arquitecto Alberto Fernández, de origen chileno en compañía de una diseñadora industrial, para ser situado en El Valle de Huasco una región donde el agua se encontraba en disminución afectando la agricultura del sitio y principal fuente económica; por lo que este prototipo consiste en una torre de gran altura basada en la innovación y el aprovechamiento de los recursos del lugar como lo es la niebla costera, convirtiéndose en un elemento de desarrollo en el área productiva de esta

región. Este consta de una estructura a base de madera en forma de espiral, con cubierta de plástico y malla de cobre, utilizando como energía el aire y la gravedad del sitio, convirtiéndose además en un elemento sostenible y propenso al desarrollo de la región en la que se sitúa. (Equipo, M, 2010). Esto se evidencia en la figura 7.

Figura 7

Dispositivo de Torres de Niebla Costera.

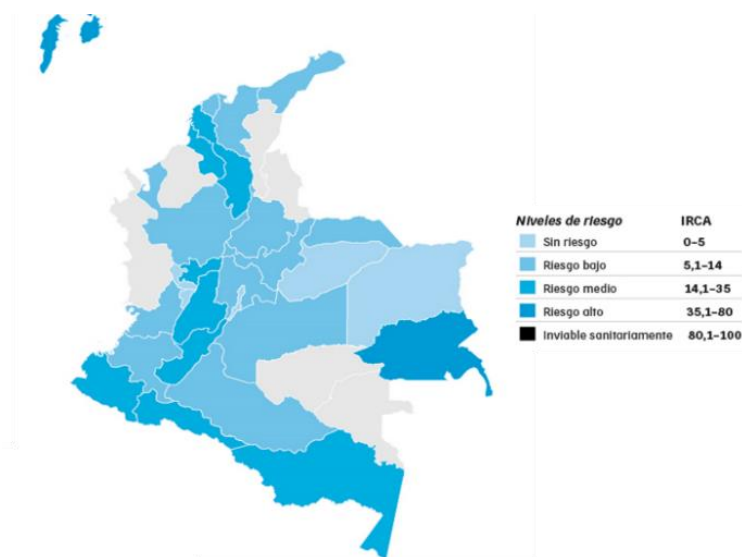


Nota. Abarcado de Agua a partir de la niebla costera (Fotografías), por Equipo M, 2010, Minhuella de CO2 (<https://www.mihuella.cl/2010/12/25/agua-a-partir-de-la-niebla-costera/>).

Así pues, partiendo de todas las indagaciones anteriores, se propone una solución alternativa a las necesidades en materia de agua potable en el departamento de Sucre, que es uno de los 32 que componen el territorio colombiano, localizado al Norte del país, este forma parte de la región Caribe y cuenta con una superficie de 10.917 Km, (Martínez, 2019). Además de ser un territorio que cuenta con múltiples riquezas naturales y con un alto potencial económico, cultural y turístico. Sin embargo, este departamento acarrea problemáticas referentes al abastecimiento del agua, que afecta el consumo humano, al igual que el riego de los cultivos y la ganadería, “convirtiéndose en el segundo departamento que cuenta con mayor cantidad de habitantes afectados por las altas sequías alrededor del año” (Semana, 2020). Como se aprecia en la figura 8, donde se incluye el nivel de riesgo en lo que respecta a la calidad del agua que presentan los departamentos a nivel nacional. Como queda en evidencia en la figura 8.

Figura 8

Calidad de agua por departamento en Colombia.



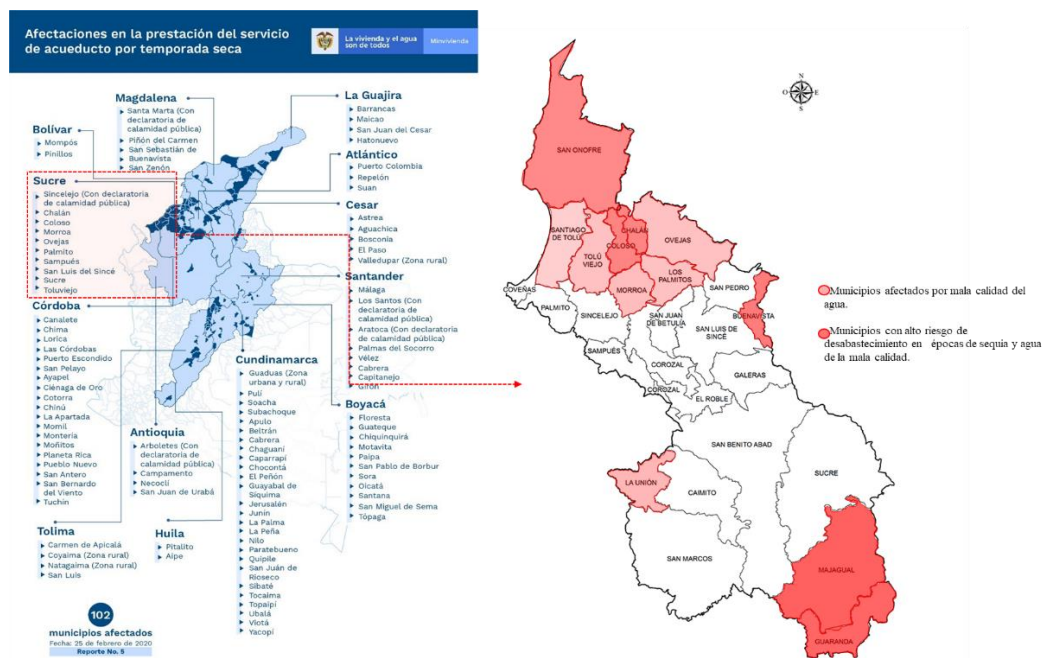
Nota. Abarcado de *Carencia de agua potable* (Fotografía), por Pérez, 2022, El Tiempo (<https://www.eltiempo.com/salud/agua-potable-como-es-la-situacion-en-colombia-y-el-mundo-684327>).

Se observa del color más opaco al más intenso como se incrementa el índice de riesgo.

Según Bustamante (2020), de los 26 municipios que forman parte del departamento de Sucre, en 19 de ellos existe este problema hídrico de desabastecimiento, entre los 19 hay 6 que tienen alto riesgo, además en 9 de ellos, el acueducto funciona solo en un 70%, afectando la calidad del agua entregada al usuario y contribuyendo al problema de sequía. Como se puede apreciar en la figura 9.

Figura 9

Municipios con problemas de abastecimiento de agua en épocas de sequía y agua no potable.



Nota. Elaboración propia de representación en esquema de los municipios afectados por las sequías y la falta de agua potable a nivel de sucre.

Debido a la gran riqueza hidrográfica del departamento de Sucre y de poseer con alto nivel de aguas subterráneas y superficiales.

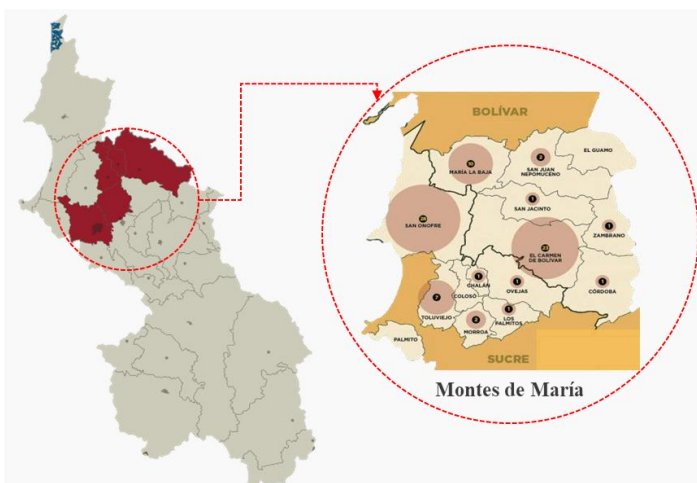
Se pone de manifiesto el alto grado de contaminación ocasionado por la aparición de residuos sólidos, asociados con componentes químicos correspondientes a las acciones agropecuarias, asimismo de los componentes mineros aguas arriba de un determinado contexto. El deterioro de estos cuerpos de agua se ha agravado por la tala de árboles, los cultivos intensivos, la pesca indiscriminada e incluso, el desvío o impedimento de los flujos naturales y la construcción de carreteras que invaden inadecuadamente los ecosistemas alterando los flujos de la materia. (PEDCTI Sucre, 2013, p. 263)

Es así, que de lo anterior se evidencia como la contaminación está afectando cada día más los cuerpos de agua en el departamento de Sucre y muchos de sus municipios, entre ellos Colosó, provocando un efecto negativo en la fauna y flora existente en este territorio; debido a los altos índices de contaminación, en su gran mayoría generados por actividades humanas indiscriminadas, provocando que la calidad de vida de sus habitantes no sea óptima; propensos a enfrentar enfermedades recurrentes y degenerativas que afecta directamente su salud física.

Sucre actualmente ha sido uno de los departamentos en los cuales se han reforestado mayor cantidad de extensiones de tierra, con el propósito de proteger sus suelos y los recursos hidrográficos del mismo, con el fin de obtener un buen desarrollo y aprovechamiento de sus recursos a futuro en el territorio. (PEDCTI Sucre, 2013, p.263). Entre los territorios afectados por esta problemática, se encuentra la subregión de Los Montes de María, que según Díaz (2014), se encuentra localizada en la zona céntrica entre Sucre y Bolívar, conformando 15 de los municipios que constituyen la quinta parte perteneciente a estos dos territorios. Como se puede evidenciar en la figura 10.

Figura 10

Localización de Subregión de Los Montes de María.



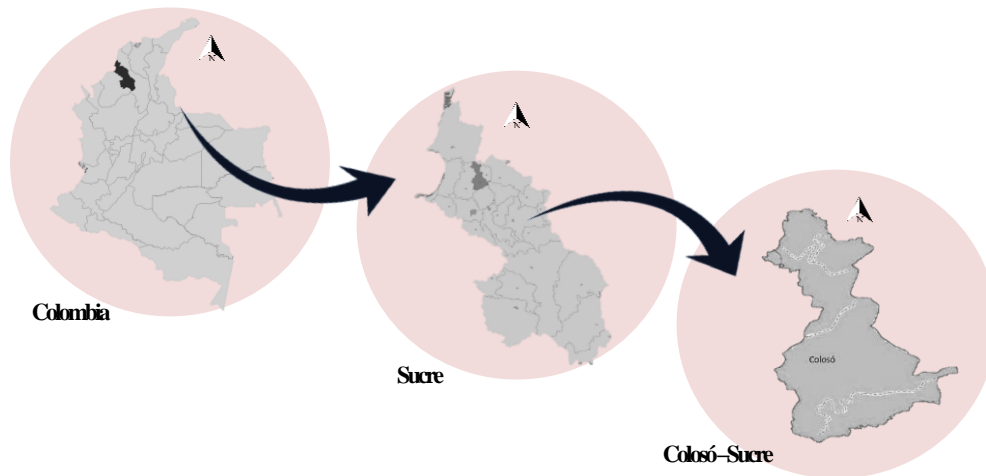
Nota. Elaboración propia de esquema de localización de la Subregión de Los Montes de María, entre el departamento de Sucre y Bolívar.

Los Montes de María es un territorio que se encuentra constituido por franjas de colinas que oscilan entre los 0-1000 m de altura (Aguilera, 2005, como se citó en Martínez, 2016), considerándose una de las reservas naturales de gran importancia en el departamento de Sucre; debido a que este cuenta con ciertas características geofísicas que lo hacen una subregión rica en biodiversidad de fauna y flora; siendo sus principales actividades económicas la agricultura, ganadería y la producción agropecuaria. Según Díaz (2014), es un ecosistema conformado por bosques secos tropicales, manglares y gran cantidad de cuerpos de agua, entre los que se encuentran las lagunas, aguas subterráneas y ciénagas; siendo las principales productoras de agua, que se han convertido a lo largo del tiempo en recursos hídricos importantes para el abastecimiento de las poblaciones que conforman dicho territorio. En lo que respecta a su clima, es de tipo tropical seco, según (Aguilera, 2005, como se citó en Martínez, 2016), cuenta con una humedad relativa de 83.5% anual, siendo esta la generadora de la considerable cantidad de niebla existente en esta región. Sin embargo, también ha sido un territorio golpeado por la violencia y con esto, ha adquirido múltiples problemas ambientales como los deslizamientos, deforestación, erosión del suelo y la alta contaminación presente en los recursos hídricos (Díaz, 2014). Que afectan no solo la economía de la población por el daño de sus suelos, sino que también afectan la calidad de vida de las personas en lo que respecta a las condiciones del agua, haciéndose necesaria la implementación de una alternativa de obtención de agua que ayude a minorar estas problemáticas y que a su vez ayude al desarrollo futuro de esta región con tanto potencial para ser aprovechable.

Uno de los municipios pertenecientes a esta subregión de Los Montes de María, y que ha sido afectado considerablemente por todas estas problemáticas, es el municipio de Colosó-Sucre, que se encuentra ubicado al noreste a 42 km de Sincelejo y limita con 7 municipios del departamento sucreño que permiten su acceso desde diferentes vías alternas; constando de una densidad poblacional de 5.838hab y es considerado uno de los municipios con gran potencial para convertirse en patrimonio. (Alcaldía de Colosó, 2017).

Figura 11

Localización del municipio de Colosó.



Nota. Elaboración propia de esquema de localización del municipio de Colosó-Sucre.

Este municipio se caracteriza por contar con un clima de tipo tropical seco, este consta de temperaturas mínimas de 17°C y máximas de 39°C, causando así una precipitación anual de 1.114ml, lo que genera la existencia de dos temporadas al año, una de sequía que va desde enero hasta marzo, siendo febrero el mes más caluroso del año y la temporada de lluvias que va desde finales de marzo hasta principios de enero, siendo el mes más lluvioso octubre en esta región. Además de esto, Colosó por ser considerada una zona de bosque tropical seco y hacer parte del paisaje montañoso de la serranía de San Jerónimo, cuenta con un predominio de niebla común en este tipo de sitios, que se da entre las primeras horas de la mañana y durante el atardecer, generando una humedad constante entre el 2% y el 98% siendo el mayor porcentaje, el originador de la niebla o el rocío debido a la condensación del vapor, dándose los mayores niveles de niebla en los meses de febrero y septiembre. (El clima en Colosó - Weather Spark). Como se aprecia en las figuras 12, 13 y 14.

Figura 12

Humedad del municipio de Colosó.

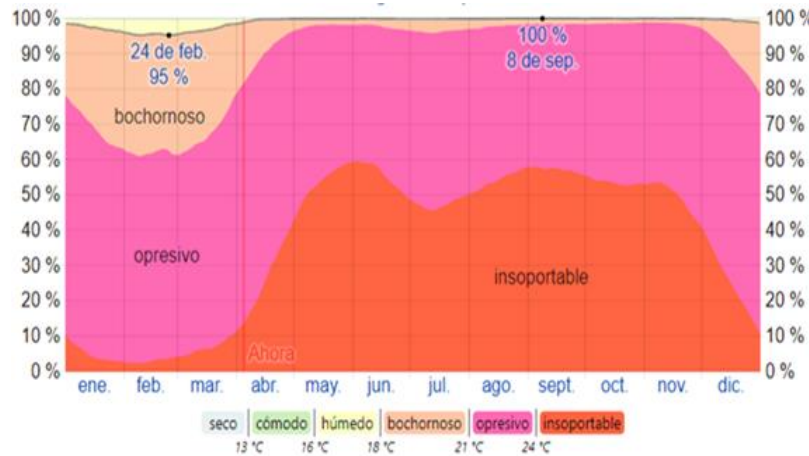


Figura 13

Nubosidad del municipio de Colosó.

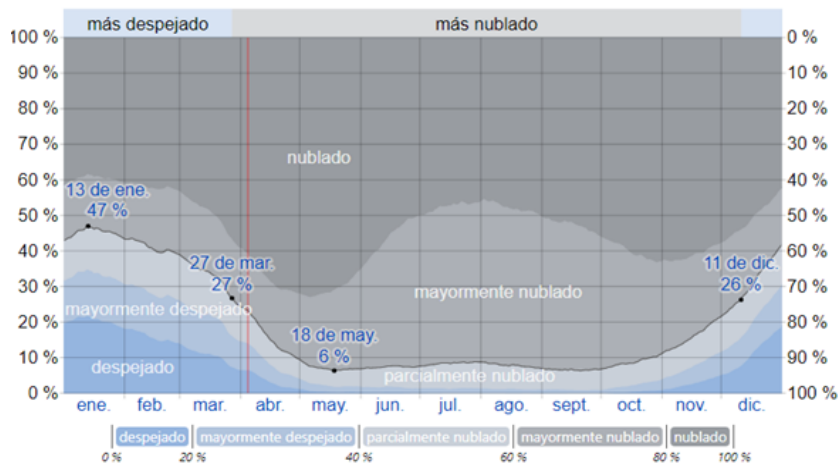
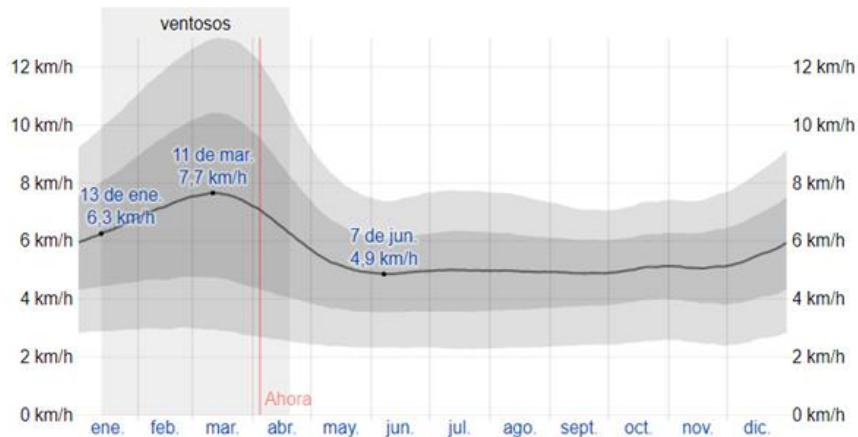


Figura 14*Vientos del municipio de Colosó.*

Nota. Abordado de *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Colosó* (Fotografías), Weather Spark (<https://es.weatherspark.com/y/22575/Clima-promedio-en-Colos%C3%B3-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>).

Del mismo modo, el municipio de Colosó cuenta con una red hidrológica variada, entre las que se encuentran la microcuenca de arroyo Colosó que alberga la mayoría del territorio, recogiendo este de norte a sur y la microcuenca del arroyo Chinulito; además de contar con arroyos que nacen en las montañas y los distintos manantiales o pozas presentes que permiten el abastecimiento de los acueductos tanto rurales como urbanos del municipio en épocas de sequía (Jiménez, 2013).

Sin embargo, el agua que abastece a este municipio desde hace muchos años dejó de ser apta para el consumo humano, según Quiroz (2012), como se citó en El universal (2012) en un informe sobre los resultados del análisis de la calidad del agua en Sucre revelado por la Secretaría de Salud Departamental estableció que, entre los diferentes municipios afectados, el municipio de Colosó y sus habitantes se encuentran dentro de los consumidores de agua con un nivel de riesgo medio; ya que no se ejecuta una distribución correcta de cloro, logrando que el agua contamine las cañerías de disposición, al igual que las estructuras físicas de los acueductos presentan un desgaste; debido al tiempo de servicio logrando que la distribución del agua potable sea irregular. El

inadecuado tratamiento del agua y el mal manejo de los residuos; tanto hídricos como sólidos afectan los alcantarillados y acueductos del lugar, generando un agua de tipo salubre con una baja calidad de suministro, que además se ve afectada por las constantes sequías impactando de manera negativa la salud de sus habitantes y su economía frente al riego de cultivos. Situación que ha sido confirmada por los mismos habitantes. Según Meza, (2022), “el agua que llega a sus viviendas trae consigo partículas de caliza o palos y en épocas de sequía el abastecimiento es irregular; puesto que el agua llega cada 15 días, mientras que en épocas de invierno de forma semanal o en dichas ocasiones se abastecen del agua lluvia”. Sin duda alguna esta problemática de abastecimiento afecta en gran manera la calidad de vida de muchos habitantes.

Por lo tanto, el interés fundamental de este proyecto es implementar una propuesta de dispositivo portátil sostenible para la captación de agua a través de la neblina condensada, en los Montes de María, específicamente en el municipio de Colosó, con el fin de satisfacer necesidades básicas de la población y solucionando parte de una de las diversas problemáticas por las que atraviesa este municipio carente de recursos económicos, de apoyo para el desarrollo de sus actividades agrícolas además de ser víctimas de la violencia por parte de grupos al margen de la ley.

Según Abierta (2022), después de la crudeza del conflicto armado, cientos de desplazados retornaron a la región, pero se encontraron con un panorama adverso por problemas de acceso y mala calidad del líquido vital. En Montes de María, específicamente en el municipio de Colosó hay un panorama adverso para las víctimas del conflicto armado. Pese a que muchos resistieron en el territorio y otros retornaron para reactivar su vida en el campo, pero la falta de acceso y calidad de agua es ahora su principal problema.

En este municipio es evidente que existe una deficiencia absoluta en torno al agua debido al alto índice de contaminación presente en las reservas hídricas. Principalmente por la actividad ecoturística realizada en este municipio, generando en los visitantes una fascinación turística en épocas de verano o vacaciones. Estas actividades provocan que las aguas cristalinas de los acuíferos sean constantemente contaminadas, afectando la calidad de vida de algunos seres vivos,

principalmente de sus habitantes y/o pobladores. Otro de los factores contaminantes en estas reservas es la existencia de excremento de ciertos roedores, que incrementan la propagación de bacterias dentro de las aguas de dichas fuentes hídricas. Según Martínez (2011), la población está enmarcada dentro de la única reserva forestal protectora del departamento, la serranía en la que los ojos de aguas o manantiales, también se han constituido en fuente de abastecimiento para el consumo humano.

Según Martínez (2011), estas reservas hídricas son el principal recurso de abastecimiento de agua de este municipio, por tanto, la calidad del agua para el consumo humano y, por ende, para el riego de los cultivos, se ve afectado por la alta tasa de bacterias expuestas en estos acuíferos. Además, en épocas de sequía estas reservas hídricas disminuyen drásticamente, provocando la escasez de este recurso de gran importancia para el abastecimiento de sus habitantes y para el riego de sus cultivos, lo que en gran medida causa daños en la economía de sus pobladores, puesto que, el cultivo es una de las herramientas principales de los habitantes de este municipio, para generar ingresos y, por ende, para mejorar su calidad de vida.

A consecuencia de todo lo anterior, con la implementación de este prototipo se busca darle la importancia al recurso hídrico del que carece este municipio, brindando una solución alternativa en cuanto al acceso del agua, de una forma innovadora, sostenible, práctica y principalmente asequible para esta y otras comunidades que constan con un difícil acceso y una problemática creciente respecto a las condiciones del agua. Es por esto, que se plantea el diseño de dispositivo portátil para la captación pasiva de agua de niebla como un elemento de desarrollo sostenible en el territorio, basado en el concepto de la cultura, materiales y entorno natural de este municipio, con el fin de suplir una de las necesidades básicas al brindar ayuda al riego de los cultivos de la población y por ende a la mejora de su economía y calidad de vida, sobre todo en épocas de sequía.

1.1 Formulación del problema

- ¿Cómo desarrollar una alternativa de abastecimiento de agua para el riego de cultivos en el municipio de Colosó-Sucre?
- ¿Qué características debe tener un dispositivo de captación de agua de niebla como alternativa de abastecimiento de agua para el riego de cultivos en el municipio de Colosó-Sucre?

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo general*

Desarrollar un dispositivo portátil con enfoque sostenible para la captación pasiva de agua de niebla en los Montes de María, Sucre, 2022.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Analizar las condiciones del lugar, para el óptimo aprovechamiento de la niebla en el desarrollo del dispositivo de captación de agua.
- Analizar diversos referentes de prototipos para la captación de niebla actualmente existentes.
- Diseñar una propuesta formal, tectónica, estructural y funcional para un dispositivo de captación de agua.
- Desarrollar un proceso constructivo para el dispositivo propuesto.

2. Marco de Referencias

Para comprender el contexto en el que se desarrolla este proyecto, en este apartado se abarcan los diversos referentes con base en trabajos y teorías de autores, similares o con temas de interés relacionados con lo que se está proponiendo, sirviendo de base para el buen desarrollo de la presente investigación y al conocimiento y enfoque que tiene la problemática anteriormente planteada.

2.1 Marco Teórico

En la actualidad la problemática referente a la carencia del recurso hídrico tan importante como lo es el agua, ha afectado y sigue afectando a gran número de poblaciones, dejando en evidencia las constantes desmejoras en la calidad de vida de las personas, siendo este fenómeno el motivador a la creación de nuevas tecnologías como los atrapanieblas, que son sistemas capaces de satisfacer y solucionar gran parte de dicha problemática, como se evidenció en la base de datos bibliográfica revisada.

Este tipo de problemáticas se dan principalmente a causa de los constantes cambios climáticos y a la realización de actividades humanas que afectan en gran medida el medio ambiente, según ONU, (2019), como se citó en Gamboa et al.,(2020): “el agua se escasea a nivel mundial, debido a que la población ha crecido considerablemente, en 2019 hubo cerca de 7.700 millones de personas y se cree que en el 2050 alcanzará 9.700 millones de personas en el mundo aumentando la falta de agua para el uso industrial, comercial, agropecuario y de uso doméstico”. Es así que, en relación con el crecimiento poblacional descontrolado y la falta de conciencia por parte de la humanidad, se promueve que el cambio climático provoque variaciones imprescindibles en los sistemas de precipitación del medio ambiente, lo que directamente afecta a la disponibilidad del recurso hídrico y genera enormes catástrofes que guardan relación con el agua, desde las actividades diarias hasta la economía y la calidad de vida humana.

Por esta razón, surgen las nuevas tecnologías captadoras de niebla, como una alternativa de abastecimiento de agua en las zonas más afectadas, ayudando a minorar la gran problemática existente en lo que respecta al tema hídrico y con este la mejora de la calidad de vida de las poblaciones más necesitadas. Según (Carrera-Villacrés et al., 2017, como se citó en Dueñas, 2021), los sistemas de recolección de niebla abastecerán entre el 1% y 5% del agua para actividades como el cultivo de maíz, pero estos no serán lo suficientemente robustos para brindar la totalidad del agua necesaria para las actividades humanas diarias, sino para un porcentaje. Es decir, que estos sistemas, pese a ser implementados como una solución, no pondrán un fin definitivo a la problemática; sino que ayudarían a reducir en un determinado porcentaje la difícil situación en la que se encuentran muchas poblaciones en torno al agua y su abastecimiento.

Ahora bien, las indagaciones sobre los impulsos de captación pasiva de agua de niebla por condensación conectada a las apariciones de nubes en zonas y/o áreas de montañas altas, han provocado el interés de múltiples estudios en torno a este tema y conceptos que permiten alcanzar la construcción de estos dispositivos en los últimos años en diferentes países de Latinoamérica a presencia de nubes en ecosistemas de alta montaña andina, despertando el interés en países como Perú, Chile, Colombia, Guatemala, entre otros, en relación con la escasez hídrica; debido a la variabilidad y cambio climático existente en estos territorios. (Bautista, 2019, p.15).

2.1.1 Arquitectura de lugar

El lugar juega un papel fundamental dentro de la construcción de cualquier objeto arquitectónico y la relación que este debe guardar con su entorno y las actividades innatas presentes en el mismo, lo que lleva al objeto a ser parte integral y complementaria en un entorno, entendiendo esto como una arquitectura con sentido de lugar, (Nexosarquisu, 2016).

Según Frias, (2011) Platón en el Timeo manifiesta que la naturaleza, siendo capaz de recibir todos los cuerpos siempre siendo idéntica a sí misma, haciendo énfasis en que no cambia sus características. Entendiendo que todo elemento dentro de un determinado lugar a través de

investigaciones, análisis del área y aspectos naturales deben poseer cierta similitud con las actividades innatas presentes en el entorno para desarrollar y/o proporcionar características físicas de identidad o sentido frente al funcionamiento del objeto planteado.

De la misma manera, según Morris (1881), como se citó en Frías (2011) en el texto Consideración de todo el ambiente físico que rodea la vida humana, afirma que la arquitectura abarca el estudio del entorno físico que rodea la vida humana y no es necesario sustraerla mientras se forme parte de una cultura o civilización; ya que la arquitectura es el grupo de alteraciones y modificaciones insertadas en la superficie terrestre con el fin de satisfacer las necesidades humanas. Es decir, que la arquitectura debe estar ligada a las características de un determinado ambiente, puesto que, de ello dependerá que las actividades propias del área no se vean alteradas y, así, poseer un ordenamiento que permita dar sentido e identidad a un lugar.

Mientras que Baldeweg s.f), como se citó en Frías, 2011) en el escrito La caja de resonancia, afirma que la arquitectura forma parte de la naturaleza como un paisaje abstracto, siendo sus efectos respaldados por una memoria de experiencias, entendiendo las relaciones que el objeto construido debe guardar con el entorno sin afectar nada de lo naturalmente existente con el fin de generar y/o proporcionar identidad o sentido al objeto en el contexto emplazado.

2.1.2 Captación de niebla

Entre dichos estudios sobre este tipo de dispositivos captadores de niebla, se destacan teorías como la de Robert S. Schemenauer, un inquisidor de nacionalidad canadiense, que en los años 80 comienza a tener una aproximación a estos dispositivos; por lo cual ejecuta una cantidad de enfoques de estudio que le permitieron acceder a reconocer, determinar y establecer con qué herramientas podía lograr los resultados deseados en sus investigaciones. (Bautista, 2019, p.15). Es por esto que en “The collection efficiency of a massive fog collector” Schemenauer sustenta, examina y observa, como la malla en polipropileno, incrementa su eficacia conforme a las proporciones (medidas) que posee entre cada espacio de la malla y el grosor de la misma,

generando la variabilidad presentada en el tamaño de las gotas de agua suspendidas en el aire y que por la acción del choque producto de la velocidad y dirección del viento, golpearían la malla y proporcionarían el cumplimiento del objetivo, de captación pasiva de agua de niebla. (Bautista, 2019).

Por otro lado, en el país de Chile, Schemenauer & Cereceda (1994), desarrolló un dispositivo captador de agua de lluvia horizontal. En el estudio al que llamaron “A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions”, observaron la factibilidad y obligación de valorar no solo información y/o datos de los aspectos geofísicos y climatológicos del sector, debido a que también era importante incluir la topografía del terreno, percibiendo como ese sistema podía producir alteraciones sobre las dos variables ya mencionadas y al mismo tiempo, perfeccionar el método para cuantificar la cantidad de neblina suspendida en varias zonas del terreno de estudio.

En el campo de la investigación establecieron que se podían recoger en promedio de 1 – 10 litros de agua/día por cada malla, teniendo en cuenta que esta debería medir 1m² en temporadas secas, mientras que en épocas de lluvia podrían alcanzar a captar hasta 30 – 40 L/día, por consiguiente, establecen lo importante que es la altitud en las áreas donde se desee poner en práctica el desarrollo de un dispositivo captador pasivo de agua de niebla. De esta manera, como lo expresan los autores de este sistema, es posible determinar manifestaciones en la disposición de humedad y poseer una aproximación a factores hidrológicos de las cuencas atmosféricas. (Schemenauer & Cereceda, 1994, como se citó en Bautista, 2019).

Así mismo, en el año 2004, en la región Orinoquia de Colombia, realiza una indagación específicamente en la cuenca del río Cusiana, debido a que esta región contempla una selva mayormente nublada, sobre la cual se quería conocer su actividad dinámica hídrica; donde dan a conocer la metodología utilizada y experimentada para recolectar agua de niebla, de forma natural; esto basándose en un estudio de los árboles en relación con su forma y estructura, para así entender si estos eran aptos para retener neblina y direccionarla al poseer conexión con el entorno. Sin

embargo, realizan una averiguación de manera paralela donde utilizan la malla de 1m² conocida como malla raschel, de una densidad del 35%, que según lo descrito por los autores anteriores, y las investigaciones de Cereceda, se puede decir, es un material que brinda mayor eficacia en lo que respecta a la captación y recolección de agua de niebla, de acuerdo a las características físicas propias de cada sector territorial, como lo son la vegetación y el suelo, que varían en base a las actividades hídricas, y proceden como obstáculos que modifican los resultados. (Bautista, 2019, p.15).

Los bosques con abundancia de niebla o neblina demuestran una gran posibilidad como captadores pasivos de agua de niebla; mediante el uso de herramientas alternativas para su captación y/o recolección, a través de una constante observación del proceso y bajo la guía de recomendaciones ya existentes, que permitan la recreación de un apoyo experimental, que logre un efecto eficaz y proporcione un gran éxito en la implementación de esta idea sostenible. (Fonseca & Ataroff, 2005, como se citó en Bautista, 2019).

Por otra parte, la investigación titulada “Evaluación para consumo humano de la captación de aguas nieblas en el municipio de San Antonio (Cundinamarca)”, que se basó en la recopilación de agua de niebla a partir de un dispositivo con unas proporciones de 6 m², implantado en un terreno durante 53 días, donde se examinó el agua de niebla recolectada para estudiar u observar su factibilidad para el consumo de la población de esta localidad. Los resultados obtenidos en ese dispositivo en lo que respecta al volumen promedio diario de recolección de agua de niebla en el área fue de 7.21 L/m² -día y los parámetros de potabilidad evaluados cumplieron con los valores mínimos establecidos en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, con excepción del pH. (Bautista, 2019).

Para otros inquisidores es imprescindible definir las características químicas y físicas de la neblina o niebla, con relación de las variables como la temperatura, radiación solar, humedad relativa, presión, velocidad y dirección del viento. Cabe mencionar que los dispositivos captadores pasivos de agua de niebla poseen distintas maneras de funcionar, puesto que, dependen del uso

que se les desee dar y de las características del medio donde se implanta tal prototipo. (Mateus & Antonio, 2015, como se citó en Bautista, 2019).

Durante el paso de los años se han propuesto diversas alternativas y/o herramientas metodológicas para la definición de prototipos captadores de agua de niebla “Hay diversas formas de aprovechamiento del agua para consumo humano, en actividades como el riego de cultivos, consumo doméstico y en general, la necesaria para labores productivas o industriales”. La niebla es uno de los recursos hídricos que no se ha tomado en cuenta para beneficiar a ciertos territorios donde el abastecimiento de agua potable es casi inexistente. Es así, que los prototipos de captación pasiva de agua de niebla se han convertido en una herramienta para la satisfacción de las necesidades básicas de las personas; con el fin de mejorar a corto, mediano y largo plazo la calidad de vida y, por lo tanto, evitar la aparición de enfermedades que puedan afectar la salud física y mental de las personas.

Es así que, como primera medida para la instalación y buen funcionamiento, se debe lograr el diseño de su infraestructura y posteriormente entender la cantidad de oferta de humedad de las nubes generadas en el sitio de implantación, que permitan obtener viables beneficios. Cabe destacar que para la instalación de cada dispositivo se deben comprobar las condiciones físicas del área de instalación y el entorno, para identificar finalmente el mejor lugar para la ubicación de estos dispositivos. (Mendoza & Castañeda, 2014, como se citó en Bautista, 2019).

Mientras que en los páramos andinos, realizaron una evaluación para contemplar la “Capacidad de interceptación de la niebla por la vegetación de estos ecosistemas”, a través del cual se calculó la cantidad de agua de niebla que es interceptada por todo el cuerpo vegetal localizados en el páramo, donde recogieron 48 pruebas vivas de cada cobertura vegetal como lo son frailejones, el bosque natural y pasto; los cuales estuvieron sometidos por la niebla e inspeccionaron la ganancia o pérdida de peso, por el método de termo gravimétrico antes de la interceptación de la niebla y después de esta. Además, para cada actividad de la niebla tomaron un registro de la duración de la actividad de rocío y su densidad, usando los aspectos de distancia y percepción de

los objetos que permitieron cumplir adecuadamente con el objetivo de captar la niebla y convertirla en agua. (Tobón & Gil Morales, 2007, como se citó en Bautista, 2019, p.17).

Posteriormente, en Guatemala en el año 2017, se hizo una averiguación acerca de las mallas de atrapanieblas, la cual sujetaba el desarrollo de aspectos comunes de captación pasiva de agua de niebla, enfocado en el estudio del sitio las Verapaces, en esta investigación se hace hincapié acerca de la importancia de las mallas de Atrapaniebla y la percepción adecuada que se promueve como una herramienta o alternativa de agua, caracterizada por ser económica y apta para el medio natural. Además, hace énfasis en la producción de recolección de agua, especificando las dimensiones del prototipo, con el fin de demostrar la cantidad de agua que se desea obtener, lo que significa que, relacionan el tamaño de la malla del Atrapaniebla con la producción que este ejerza, esto por un largo periodo de pruebas, en donde se basan también en datos meteorológicos de la zona de estudio. (Rivera, 2017, como se citó en Bautista, 2019, p.17).

Así mismo, en el artículo *The design of an optimal fog water collector: A theoretical analysis*, presentan la sustentación de cómo examinar la eficacia de multitudes de alternativas o dispositivos para la captación pasiva de agua de niebla, en sus dispositivos proporcionan varias alternativas de ecuaciones, en un nivel de colocación determinado, para poder cuantificar la eficacia de estos dispositivos o herramientas. Adicionalmente, se califican diferentes aspectos que pueden afectar las actividades del dispositivo captador pasivo de agua de niebla, como lo son, la dirección de los vientos y la forma del diseño del dispositivo. En este caso, la averiguación es meramente teórica, aun así, se utilizan operaciones matemáticas en sus técnicas. Pero la investigación demostró importantes efectos para la temática, ya que proporciona las herramientas y procesos para que el dispositivo funcione con una máxima eficacia, donde la niebla se pueda aprovechar con mayor facilidad; por lo que la hace una guía excepcional en una amplia variedad de mallas y atrapaniebla artificiales (Regalado & Ritter, 2016, como se citó en Bautista, 2019, p.17).

2.1.3 Arquitectura biomimética

A lo largo de los años estas nuevas tecnologías han innovado en lo que respecta a su forma y aspectos de recolección, apareciendo términos como la biomimética, que es aquella ciencia que se encarga de estudiar la naturaleza como un sistema o componentes de inspiración de nuevas alternativas y/o tecnologías de innovación, con la finalidad de garantizar multitudes de respuestas a ciertos problemas humanos que la naturaleza ya ha sabido solucionar. (Arévalo, 2018)

Según (Webster, 1974, como se citó en Arévalo, 2018), la biomimética se conceptualiza como la ciencia que estudia la formación, funcionalidad y estructura de componentes y materiales orgánicamente generados e instrumentos y desarrollos biológicos, con la finalidad de esquematizar, mediante herramientas artificiales, dispositivos semejantes o que imiten elementos que se encuentran en la naturaleza.

Es así que la naturaleza ha tomado gran importancia para en la supervivencia, su discernimiento y capacidad intelectual depende significativamente de cada estilo de vida del ser humano. La biomimética fundamenta que la naturaleza posee las soluciones a diferentes problemas de cada individuo en un determinado contexto, es por esto que, para una elaboración bioinspirada es primordial establecer una comunicación directa e indirecta con la naturaleza, ligada por la indagación, la admiración y la percepción detallada responsable del objeto o fenómeno de estudio. De esta manera, las especies funcionan como ejemplo referencial desde la pluralidad de materiales, estructuras y formas, con el fin de llevar a cabo un producto que ayude a solventar necesidades en un contexto, con el simple hecho de no afectar las actividades naturales que la naturaleza nos brinda en un momento determinado. (Sernav, 2018).

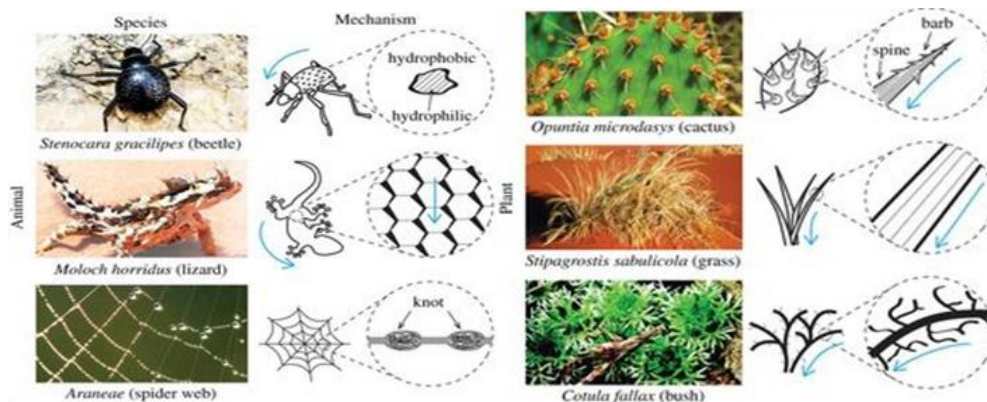
La biología se ha transformado en algo importante para la arquitectura, y al mismo tiempo, la arquitectura se ha convertido importante para la biología, (Otto, 1971).

Este comentario se escribió hace 50 años por Frei Otto, el cual sustentaba cierto grado de relación que poseía el autor con la ciencia de la biología. Así mismo, en ese tiempo igual que en la actualidad la frase de Otto, era una utopía, la única discrepancia es que ahora en la actualidad puedan existir más biólogos y arquitectos que significativamente puedan comprender o no comprenderla. (Arévalo, 2018)

Actualmente, la conexión entre arquitectura y biología logra comprenderse como un fenómeno inmerso en el contexto de la arquitectura ecológica; ya que esta arquitectura ecológica, desarrollada en la actualidad, no precisamente es arquitectura natural en el inmenso significado en que el mismo creador sostenía. Las ideas principales de la arquitectura natural logran sustentarse como la aspiración de internar o encubrir el límite de espacio con el mínimo consumo de equipo posible. Es por esto que, los enfoques y/o estudios de la biomimética en la arquitectura han presentado una gran capacidad para el diseño debido a su complejidad taxonomía, sistemática y racional multifacética. (Arévalo, 2018). Como se aprecia en la figura 15, las especies vegetales y animales capaces de recolectar niebla, las cuales son inspiración en temas de funcionalidad y forma para la creación de dispositivos arquitectónicos captadores de niebla.

Figura 15

Resumen de las especies vegetales y animales que recolectan agua de niebla.



Nota. Abarcado de *Resumen de las especies vegetales y animales que recolectan agua de niebla* (Fotografía), por Brown & Bhushan, 2016, <https://repository.ucatolica.edu.co/login>.

2.1.4 Sostenibilidad y arquitectura sostenible

Otro de los conceptos de gran valor para el desarrollo de estos dispositivos en la actualidad es la sostenibilidad, es una definición dada por primera vez en el antecedente escrito por Brundtland (1987), en las Naciones Unidas, en el cual sustenta el consumo y/o gasto responsable de las reservas actuales que el medio ambiente nos brinda; con el fin de asegurar diversos recursos para generaciones futuras, logrando que las actividades humanas no afecten las actividades que la naturaleza desarrolla en cualquier zona urbana o rural.

La sostenibilidad es aquel proceso de desarrollo que logra satisfacer las necesidades del contexto actual, sin afectar de manera directa e indirecta la posibilidad de las generaciones futuras, permitiendo que estas puedan lograr saciar sus necesidades básicas. (AA. VV, 1988, como se citó en Buey, 1994). Con relación a esta opinión, los individuos dentro de una sociedad deben velar por los intereses a futuro del medio ambiente, con el fin de no afectar a corto, mediano y largo la calidad, las actividades y procesos que el entorno nos brinda, para lograr satisfacer las necesidades básicas y, así garantizar un balance adecuando entre el medio ambiente y el bienestar social para los habitantes que conforman un territorio. (Buey, 1994)

Ahora bien, la arquitectura sostenible es una manera de percibir el diseño arquitectónico de forma que pretende perfeccionar bienes naturales y métodos de edificación para disminuir el impacto ambiental de las construcciones sobre el medio natural y sus poblaciones. “La sostenibilidad en la arquitectura busca el buen desenvolvimiento de la energía, para que las obras eviten el consumo injustificado de la misma, a través de la implementación de los recursos del medio ambiente frente a la generación del buen manejo de sus procesos, y así tener un mínimo efecto en el medio ambiente que nos rodea”. (Fontcuberta, 2014, p.6).

Según las definiciones de la Real Academia Española, el término de arquitectura sostenible consta de dos fragmentos, arquitectura y sostenible, siendo el concepto de arquitectura el arte de idear y construir edificios, y el concepto de sostenible es aquel calificativo que funciona para

definir que un sujeto puede sostenerse por sí solo. “Todo lo sostenible es un meramente autónomo; ya que su carácter está adjunto a personas, cosas y sensaciones. Actualmente, se habla de sostenible a una gran variedad de individuos que distribuyen algunas metodologías de mantenimiento propio”. (Búzali, p.1).

Ya definido la concepción de arquitectura sostenible, es importante destacar que es un concepto base que incrementa las características de poseer un ambiente ecológicamente equilibrado en un marco natural y social, ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas, satisfaciendo sus necesidades básicas. “El desarrollo sostenible tiene la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin necesidad de afectar el medio, pensando en las presentes y futuras generaciones, mediante el manejo respetuoso de los ecosistemas” (Brundtland, 1987, como se citó en Búzali, p.2).

Es decir, que la manera de desarrollar la arquitectura sostenible y ejecutarla en el quehacer del proyectado es a través del uso del método de diseño bioclimático, el cual es una manera de diseñar tomando una percepción ecológica de utilización y adaptación de las estructuras con respecto a las condiciones del clima. Es por esto que, esta tipología de diseño nos permite elaborar un espacio humano de aprovechamiento en donde se utilicen para un mayor beneficio los recursos provenientes del espacio o ambiente natural, y los sistemas de energías naturales. El diseño sostenible debe y tiene que alcanzar una aplicación de manera íntegra con el diseño del contexto paisajístico y urbano, con el fin de desarrollar un nivel adecuado bioclimático apto y una sostenibilidad eficaz y totalmente perdurable. (Castellanos & Martínez, 2020)

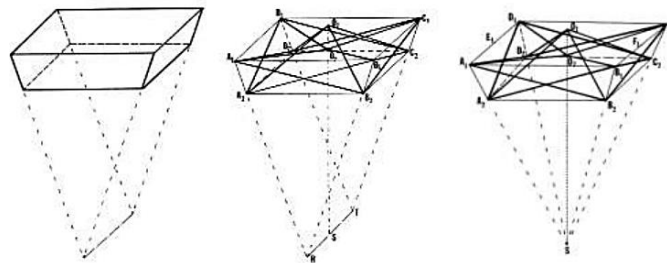
De este modo, en lo que respecta al grado de innovación, estas nuevas tecnologías a través de la sostenibilidad, brindan la oportunidad a las comunidades donde se implantan, de reducir gastos en los recursos empleados al momento de construir este tipo de dispositivos, reducir la contaminación, ahorrar en el ámbito económico, entre otros aspectos. (Cfr. Givoni, 1997).

2.1.4 Estructuras desmontables

De la misma manera, el concepto de las estructuras desplegadas o desmontables se ha hecho más fuerte, dentro de la arquitectura, despertando interés en arquitectos y con estas múltiples investigaciones de este tipo. Una de ellas, según Gantes (2001), como se citó en Cueva (2020), se basa en indagaciones sobre las ventajas que pueden brindar este tipo de estructuras, teniendo posibles aplicaciones en construcciones de tipo temporal, esto a través de la aplicación de una metodología donde se colocan a prueba figuras geométricas y sus restricciones al momento de diseñar, pasando por diferentes etapas de diseño, experimentos, modelado y análisis, para finalmente generar un diseño funcional. Como se puede ver en la Figura 16.

Figura 16

Módulo de cobertura y su alternativa lineal.



Nota. Abarcado de *A Design Methodology for Deployable Structures* (Fotografía), por Gantes, 2001, <https://core.ac.uk/download/84342625.pdf>.

Otra investigación, según Guzmán & César (2020), basada en el desarrollo de cubiertas de tipo plegables, expuestas a factores como el viento y los sismos, experimento que permitiera obtener el resultado de dimensionamiento final de la estructura.

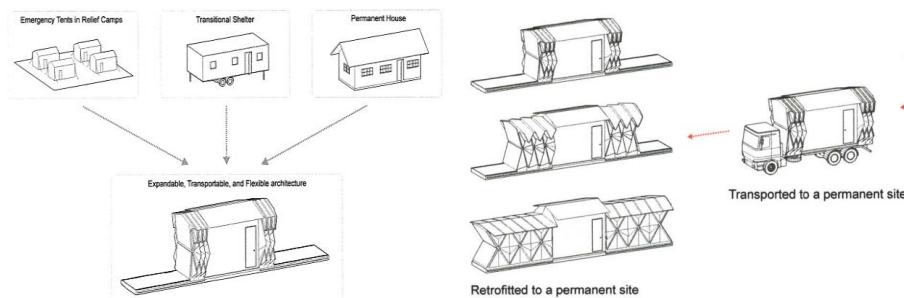
Por otro lado, según De Marco (2013), como se citó en Cueva (2020), consiste en una tesis de maestría que abarca indagaciones de la arquitectura transformable y transportable, así como su manera para generar movimiento y métodos de diseño, ejemplificando como se ha hecho necesaria

este tipo de arquitectura, vista como una posible solución a las problemáticas habitacionales registradas desde tiempos de posguerra; abarcando también diversas tipologías y formas de construcción de esta arquitectura y como está ha sido bien acogida por las personas, dando como resultado espacios eficientes.

Ho Chu (2012), como se citó en Cueva (2020), es una tesis de maestría que se basa en la propuesta de un diseño de vivienda de tipo expandible, como una posible solución a la problemática existente frente a la afectación que dejó un tsunami en una población de Japón, es así que este trabajo abarca una vivienda con características desplegadas dando como resultado ligereza, fácil movilidad, construcción sustentable y rápida, así mismo consiste en un diseño desplegable tipo tijera propuesta con materiales propios de la zona, con flexibilidad y variable a las condiciones urbanas de cualquier terreno. Como se aprecia en la Figura 17.

Figura 17

Vivienda Expandible.



Nota. Abarcado de *Expandable house : for disaster relief and flexible dwelling* (Fotografía), por Ho Chu, 2012, <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/70752>.

Es por esto que actualmente se utilizan todo tipo de estructuras capaces de lograr los resultados finales, óptimos y funcionales, pero de una manera más innovadora, entre los que se encuentra el diseño de estos sistemas mediante las estructuras desplegadas. Según Crespo (2017), este tipo de formas, se caracterizan por contar con una ligereza, movilidad y desmontabilidad, por el hecho de estar conformadas por un conjunto de elementos como barras formadas por varias articulaciones que permiten su transportabilidad, mediante sus uniones, además de ser construidas

con materiales como la madera, guadua, acero, etc. Convirtiéndose de esta manera en formas innovadoras, sencillas y adaptables a cualquier entorno gracias a su fácil manejo y movilidad, utilizadas actualmente en muchos diseños relacionados con este tipo de sistemas captadores de niebla, dando como resultado una visión innovadora en cuanto al diseño, forma y funcionalidad de estas tecnologías.

2.2 Marco Conceptual

Para el correcto desarrollo de la propuesta del dispositivo planteado, en este apartado se abarcan los diversos conceptos básicos, fundamentales al momento de emplear sistemas captadores de niebla, con el fin de comprender y familiarizarse con el contexto en el que desenvuelven este tipo de sistemas.

2.2.1 Temperatura Atmosférica

Según (Astromía, s.f, como se citó en Mendoza & Castañeda, 2014), la temperatura atmosférica es el alto grado de calor que se encuentra concentrado en el aire de un sitio; es decir, que es la percepción y/o sensación del calor del aire de un área específicamente.

2.2.2 Niebla

Según (Cereceda, 2000, como se citó en Mendoza & Castañeda, 2014), la niebla es una nube conformada a partir de gotas de agua diminutas encontradas en la atmósfera, caracterizada por poseer un bajo peso, evitando que estas caigan al suelo y se movilen con facilidad por la interceptación de los vientos predominantes.

2.2.3 Lluvia Horizontal

Según Cerezal & Bayón (2010), como se citó en Mendoza & Castañeda (2014), la lluvia horizontal se genera a partir del encuentro continuo de las nubes bajas con la masa arbórea existente en un área, generando la aglomeración de gotas de agua, precipitándose y ensanchando recursos hídricos, como los ríos, caudales y arroyos.

2.2.4 Humedad Atmosférica

Según Mendoza & Castañeda (2014), la humedad atmosférica es aquella que se produce en el aire a partir debido al vapor de agua que se encuentra en la atmósfera, es decir, es el alto grado de humedad en el aire.

2.2.5 Nubes

Según Mahecha (2021), las nubes están compuestas por fragmentos de agua y por el enfriamiento de las mismas en el aire, que generan la concentración de vapor producto del agua, convirtiéndose en pequeñas gotas o partículas de hielo que se pueden observar en el aire que las sostiene, a través de corrientes en sentido vertical.

2.2.6 Cambio climático

Según Quinche (2019), con el paso del tiempo, en el planeta donde vivimos se han presentado multitudes de manifestaciones naturales y variaciones en la temperatura, precipitación, la dirección y/o velocidad de los vientos, la aparición de fenómenos como el Niño y la Niña entre otros aspectos meteorológicos generan actividades de forma directa e indirecta que afectan la composición de la atmósfera mundial y puede conllevar a cambios tan abruptos sobre el ambiente.

2.2.7 Estructuras desplegables

Según Pérez (2017), son un conjunto de estructuras y/o formas conformadas por una agrupación de barras entrelazadas por articulaciones con la cualidad principal de ser transformadas o poseer la capacidad de ser moldeables. Estas estructuras cambian, posee en ellas un movimiento por medio del cual pueden desplegarse, haciendo significativamente rotaciones expansivas, es decir, estas estructuras se mantienen reducidas y sujetadas con unas medidas dimensionales mínimas de las que consigue al desplegarse.

2.2.8. Atrapanieblas

Es una técnica o sistema efectivo y sustancial que se utiliza en zonas con altas montañas y de baja precipitación fluvial, el cual puede aprovecharse como un sistema opcional para captar el agua que produce la atmosfera, que sirve para el riego de cultivos en zonas agrarias y/o agropecuarias o en algunos ámbitos para el consumo humano partiendo de un óptimo tratamiento.

3. Metodología y Materiales

Para el desarrollo del dispositivo captador de niebla planteado, en este apartado se elaboró un método de investigación mediante una serie de fases, que permitieron el coherente desenvolvimiento de la propuesta, a través de distintas acciones con base en las opiniones de la población y el análisis al entorno, permitiendo la recolección de información necesaria que se utilizaría en la proyección final.

3.1 Metodología

3.1.1 Tipo de Investigación

El prototipo se planteó bajo el método Design thinking, a partir de la construcción de ideas basadas en torno al sitio de estudio y en las experiencias de la población, dando como resultado la interacción cercana con el producto final, así como la solución real del problema. Como se puede apreciar en la figura 18, cada una de las fases que conforman este método.

Figura 18

Método de investigación Design Thinking.



Nota. Abarcado de *Fases-Design-Thinking* (Fotografía), por Porras, 2018, Ojulearning (<https://ojulearning.es/2018/01/design-thinking-transformacion-renovacion/fases-design-thinking/>).

El desarrollo de diseño de Desing thinking se integró por 5 componentes o fases: empatizar, definir, idear, prototipar y testear. El Desing thinking es un diseño creativo que se enfoca en el individuo, a través de la integración de comportamientos del usuario, con la finalidad de fundamentar técnicas que especifiquen las necesidades con las cuales se encuentran insatisfechos. Lo importante en la indagación y desarrollo de diseño, es poseer la debida experiencia fortuita con la población, con el propósito principal de reconocer como primera medida las necesidades esenciales de las personas.

En síntesis, la metodología Desing thinking, se utilizó para contemplar la comunidad (usuario) en su día a día y así, identificar el problema específico de la población, permitiendo que se encontraran soluciones adecuadas y eficientes, a través de nuevas tecnologías innovadoras que permitieran brindar una mayor satisfacción ante de las necesidades del usuario y posible desarrollo del territorio con base en la mejora de la calidad de vida.

3.1.2 Fases y Actividades

Fase 1: Empatizar.

En esta primera fase, se realizó la visita de campo al sector, la vereda El Paraíso con el fin de desarrollar un análisis del sitio, el cual nos permitiera identificar las características físicas, sociales y ambientales del mismo, entendiendo las actividades propias de los habitantes de esta localidad rural, para proporcionar soluciones que velaran por la mejora su calidad de vida.

Así mismo, se buscó identificar y entender las problemáticas existentes en la población frente al tema hídrico, esto mediante el reconocimiento de las opiniones de un grupo de habitantes pertenecientes al grupo de acción comunal de la población, con ayuda de entrevistas relacionadas con la implementación del dispositivo captador de niebla, como una posible solución a la problemática presente en su entorno, como se puede ver en la tabla 1. Con el fin de determinar las características y aspectos fundamentales para el desarrollo de la idea planteada, en

torno al tema de abastecimiento del agua para el consumo humano u otras actividades humanas necesarias.

Tabla 1

Preguntas base de entrevista para habitantes de la vereda El Paraíso.

Área	Preguntas modelo para describir el prototipo	Preguntas modelo para evaluar el prototipo
Problemáticas del sector	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Quiénes son los usuarios (Habitantes)? • ¿Principal fuente de abastecimiento de agua? • ¿El suministro de agua es adecuado? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se conocen perfectamente las problemáticas de los usuarios? • ¿En qué estado llega el agua? • ¿Cuál es la eficacia del abastecimiento de agua?
Propuestas de valor	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Es necesario contar con una fuente de abastecimiento alterna? • ¿Qué ofrece el dispositivo portátil? • ¿Este dispositivo sería de gran ayuda en el municipio? • ¿Para qué fines podría utilizar el agua que recolectaría el dispositivo en caso de que se ha instalado? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Ha escuchado hablar de los dispositivos captadores de agua de niebla? • ¿Este dispositivo portátil satisface las necesidades de los habitantes? • ¿Este tipo de dispositivo ayudaría a mejorar localidad de vida de las personas?
Materialidad	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Considera usted que los materiales utilizados pueden conseguirse fácilmente 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cree usted que este dispositivo es innovador y ayudaría a la sostenibilidad y desarrollo del municipio?

Diseño

- ¿Considera usted que los neblinómetros podrían satisfacer sus necesidades hídricas a futuro?
- ¿Qué piensa usted acerca de utilizar materiales reciclables en el prototipo?
- ¿Cómo considera usted el armado y construcción de los neblinómetros?
- ¿Cómo considera la estructura del dispositivo para la captación pasiva de agua de niebla?
- ¿Para qué funciones le serviría el agua recolectada por este dispositivo?
- ¿El prototipo ayuda a generar ecología y sostenibilidad al municipio?
- ¿Considera importante el fácil manejo que tiene la estructura de los neblinómetros, para transportarla de un lugar a otro?

Nota. *Elaboración propia de preguntas base para la realización de las entrevistas al grupo de acción comunal de la vereda El Paraíso.

Fase 2: Definir.

En esta fase se estructuró toda la investigación recolectada a través de los habitantes del sector, con el propósito de conseguir el (Point Of View) que según Platner (2013, como se citó en Sánchez, et al. (2023) es la expresión determinada del problema que se pretende abordar. Definiendo el desafío CORRECTO a abordar, en función de la nueva comprensión de personas y el espacio del problema.

Es por esto que, para esta fase se tuvieron en cuenta 3 aspectos fundamentales, cómo entender y/o conocer las experiencias, identificar a los habitantes (usuarios), las necesidades y estructurar los Insights y por último, proporcionar los Point Of View, que fueron importantes para reconocer y/o entender lo que los habitantes necesitaban de forma concreta. Para ello, se procedió

seguir la siguiente tabla que permitió definir los puntos de vista de cada persona de la comunidad, frente a este tema.

Tabla 2

Aspectos fundamentales a seguir.

Comprender la experiencia.	Identificación a los habitantes.	Identificación de las necesidades.	Estructuración de los Insights.
Identificación de la problemática	Perfil de entrevistados	Técnica de mapa de empatía	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar decisiones • Acciones concretas • Solución del problema y su mejoramiento.

Nota. *Elaboración propia, enmarca los parámetros para definir paso a paso los requerimientos y las actividades de los habitantes, con el fin de proporcionar opiniones certeras que propicien el desarrollo de ideas que ayuden a mitigar la problemática del agua.

Tabla 3

Insights (Perspectivas).

Insights (Perspectivas)
1. ¿Se resuelve algún tipo de problemática real en la vereda El Paraíso?
2. ¿Se puede captar a otro tipo de personas a parte de los habitantes de la vereda El Paraíso?
3. ¿Aporta valor a los habitantes de la vereda El Paraíso?
4. ¿Posee un objetivo concreto que genera la dirección a un desarrollo sostenible y eficiente?
5. ¿Este tipo de dispositivos se entrelaza con los habitantes y ayuda a satisfacer las necesidades de los habitantes de la vereda El Paraíso?
6. ¿Se cumple el propósito inicial de este dispositivo para la captación pasiva de agua de niebla en la vereda El Paraíso?

 7. ¿Desarrolla cambios y mejora la calidad de vida de los habitantes de la vereda El Paraíso?

Nota. *Elaboración propia, preguntas dentro del equipo de trabajo para entender si el prototipo propuesto puede ser funcional y adaptable a las actividades de esta localidad rural.

Así mismo, en relación mutua con la comunidad se buscó entender las necesidades existentes en la población, para así plantear un dispositivo que integrara todos los aspectos sociales, culturales y económicos necesarios para la comunidad, con la particularidad de generar soluciones frente a la problemática existente, de una forma sostenible, económica, sencilla y funcional. Para el desarrollo de estos puntos de vista, fue importante la utilización de tres aspectos a través de la estructura: Usuario-Necesidad-Insights, como se puede observar en la tabla 4, permitiendo determinar la opinión del grupo de habitantes entrevistados.

Tabla 4

Estructura base para el desarrollo de puntos de vistas (POV).

Persona	Necesidad	Insights/Percepción
Usuario 1	Punto de vista,
Usuario 2	Punto de vista,
Usuario 3	Punto de vista,

Nota. *Elaboración propia.

Fase 3: Idear.

En esta fase se adoptaron modos de ideación, a través de procesos de proyección y/o diseño, con el fin de generar ideas en torno a nuevas técnicas y tecnologías, que además de brindar solución y funcionalidad, tuvieran aspectos innovadores. Es así, que se plasmaron diversas lluvias de ideas con base en las necesidades de la población, partiendo de la elaboración de un concepto que reuniera características que permitieran alcanzar el objetivo de la propuesta, de generar agua de forma alterna a partir de la recolección y/o captación de la neblina, dando paso a la generación de

diversos bocetos que sintetizarán aspectos importantes de la idea, para finalmente proceder al paso de la construcción de maquetas en diversas formas y escalas, hasta llegar a la que más encajara con las características funcionales y formales que se querían, seguido de la elaboración de modelos en sketchup que permitieran una visualización más real de las ideas de diseño propuestas para el prototipo.

Tabla 5

Orden de generación de proceso de ideas para el diseño del prototipo.

Procesos de Ideas.

- Generar ideas específicas y concretas.
 - Concepto.
- Bocetos a mano alzada.
- Maquetas.
 - Elección de la escala.
 - Despiece
 - Corte y/o replanteo de las piezas.
 - Estructuración de las piezas
 - Unión de las piezas
- Modelados.
 - Sketchup

Nota. *Elaboración propia.

Fase 4: Prototipar.

Luego de un proceso de creación de diversas ideas a través de esquemas básicos, maquetas y modelados, se logró plantear la idea final y con esta, la ejecución y adaptación del diseño de un sistema pasivo captador de niebla para la recolección y abastecimiento de agua en la vereda El

Paraíso. Es así, que en esta fase abarcaron los diversos pasos que permitieron el correcto desarrollo de la propuesta, como lo son: el diseño formal y funcional del prototipo, la escogencia de los materiales constructivos teniendo en cuenta el sector en el que sería implantado el dispositivo, la elaboración de un presupuesto base para que permitiera a la comunidad conocer el valor estimado en el que podría oscilar la construcción de dicho dispositivo, la digitalización de planos arquitectónicos con las especificaciones necesarias para el fácil entendimiento del diseño y por último la construcción final y el paso a paso del armado de un modelo a escala 1:5 del dispositivo para observar el comportamiento de esta estructura y sus materiales, de una forma mucho más real y comprensible para la comunidad.

Tabla 6

Elementos para el adecuado desarrollo de la propuesta a la construcción del dispositivo final.

Diseño del Dispositivo Portátil para la Captación Pasiva de Agua de Niebla.	
1.	<ul style="list-style-type: none">• Forma del dispositivo<ul style="list-style-type: none">○ Evolución de la forma del prototipo final)○ Configuración de la estructura general del dispositivo.
2.	Materialidad del Dispositivo Portátil para la Captación Pasiva de Agua de Niebla.
3.	Presupuesto para el desarrollo del Dispositivo Portátil para la Captación Pasiva de Agua de Niebla
4.	Digitalización de planos Arquitectónicos.
5.	Construcción del Dispositivo Portátil para la Captación Pasiva de Agua de Niebla. <ul style="list-style-type: none">• Proceso constructivo del prototipo (paso a paso)

Nota. *Elaboración propia.

Fase 5: Testear.

En esta fase, se planteó la ejecución y adaptación de dos sistemas captadores de niebla (neblinómetros) como prueba para la recolección de agua de niebla existente en el entorno de

estudio, esto con el fin de entender y dar a conocer a la comunidad la funcionalidad de estos dispositivos, así como poner a prueba su eficiencia y la de los materiales utilizados.

Durante esta fase, se ejecutó análisis en lo que respecta al funcionamiento de estos sistemas y la recopilación de datos con base en el agua recolectada a través de las partículas condensadas de la niebla, esto por medio de la elaboración de un seguimiento por semanas del comportamiento y captación de los dos neblinómetros ubicados en sitios distintos, que finalmente permitieron una comparación, en la que se identificó la eficiencia de los mismos. Esto con el objetivo final de brindar un dispositivo apto y funcional, propuesto como una posible solución que mitigara las problemáticas que afectan la vereda El Paraíso al brindar una optimización en el nivel de vida de sus habitantes.

Finalmente, se elaboró un cuestionario conformado por diversas preguntas que se consideraban importantes para entender las opiniones de las personas a través de una entrevista, frente a los neblinómetros, su funcionamiento, materialidad, forma y construcción. En la tabla a continuación se pueden observar algunas de las preguntas bases para entender las opiniones de la comunidad.

Tabla 7

Preguntas base para entrevista de opiniones finales frente a la construcción de los neblinómetros.

1.	Del 1 al 5 ¿Qué tan satisfecho se encuentra el diseño de los neblinómetros de prueba?
2.	¿Consideras que los materiales utilizados en la construcción del neblinómetro, pueden conseguirse fácilmente?
3.	¿Considera usted que los neblinómetros podrían satisfacer sus necesidades hídricas a futuro?
4.	¿Cómo calificas el armado y construcción de los neblinómetros?
5.	Del 1 al 5 ¿Cómo calificaría el funcionamiento de los neblinómetros?

-
6. ¿Considera importante el fácil manejo que tiene la estructura de los neblinómetros, para transportarla de un lugar a otro?
 7. ¿Qué es lo que más te gusta de los neblinómetros de prueba? Marque 1 o más opciones según considere.
 8. ¿Recomendaría la construcción de más neblinómetros en el municipio?
 9. ¿Considera que los materiales utilizados en neblinómetros de prueba son amigables con el medio ambiente?
-

Nota. *Elaboración propia.

4. Resultados y Discusión

Para verificar las problemáticas existentes en la vereda El Paraíso y la funcionalidad del dispositivo propuesto como una posible solución para sus habitantes, este apartado abarca la descripción y análisis de los resultados obtenidos, a partir de la recolección de datos basados en las actividades y acciones planteadas en cada una de las fases pertenecientes a la metodología utilizada anteriormente.

4.1 Resultado de Fases

Para la instalación del dispositivo planteado, fue necesario tener en cuenta las fases metodológicas desarrolladas anteriormente, con el fin de empatizar, idear, prototipar y testear, aspectos de la propuesta, que finalmente brindarán resultados importantes para el desarrollo y la construcción de la misma; que van desde el reconocimiento de las problemáticas existentes, hasta el conocimiento del entorno y el aprovechamiento de los recursos, vistos como ventajas para la implantación de dicha propuesta en la vereda El Paraíso.

4.1.1 Resultados fase 1: Empatizar

Con base en las visitas de campo, se obtuvieron resultados en lo que respecta al reconocimiento de las características ambientales, sociales y culturales presentes en la vereda El Paraíso, que determinaron aspectos importantes para el desarrollo del dispositivo, y proporcionaron soluciones más acertadas frente a las problemáticas existentes en dicha población, entre las características del sitio podemos encontrar:

Accesibilidad.

Este municipio cuenta con diversas vías de acceso que facilitan el ingreso al sitio, al mismo tiempo que permiten la conexión con otros municipios aledaños, entre sus vías se encuentra la vía de Sincelejo a Colosó, la cual corresponde a una vía vehicular regional, que conecta con la vía regional principal Colosó-Chalán y se entrelaza con la vía El Paraíso. Esto se evidencia en la figura 19.

Figura 19

Accesibilidad.



Nota. *Elaboración propia

En lo que respecta al estado de estas, se puede decir que la vía en mejor estado es la regional Sincelejo- Colosó, lo que ayuda la movilidad vehicular entre estos dos municipios, mientras que la vía Colosó-Chalán se encuentra en un estado regular por falta de mantenimiento y la vía El Paraíso en mal estado dificultado la movilidad y tráfico vehicular principalmente en épocas de invierno. Como se puede apreciar en la figura 20.

Figura 20

Estado de vías de acceso.



Nota. *Elaboración propia

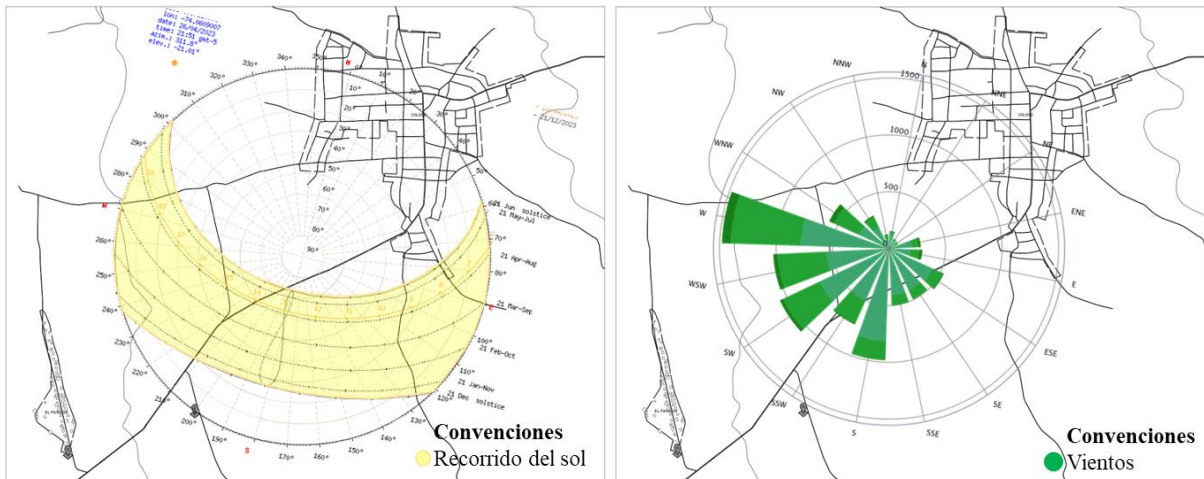
Aspectos ambientales.

Este sector cuenta con un asoleamiento constante, principalmente en épocas de sequía, con una incidencia solar mayor en parte de las horas de la mañana y medio día, debido al posicionamiento del sol, generando temperaturas altas en el contexto. El sitio se caracteriza por contar con un clima de tipo tropical-seco, con una humedad alta que permite la generación de abundante niebla, específicamente en horas de la mañana y madrugada 5-7 a.m.

Mientras que los vientos en el área se dan de manera directa e indirectamente, gracias a la abundante vegetación, ayudando positivamente a mitigar las altas temperaturas; entre los vientos podemos encontrar los vientos alisios provenientes del noreste, los contraalisios provenientes del suroeste, los continentales provenientes del sureste y las brisas marinas del noreste siendo los más predominantes en el sitio; ya que alcanzan su mayor intensidad en horas de la tarde. Como se evidencia en la figura 21.

Figura 21

Gráficos de asoleamiento y vientos existentes en el municipio de Colosó.

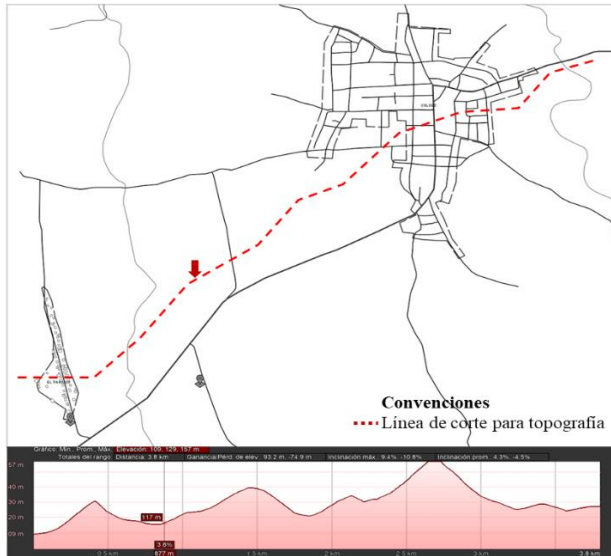


*Nota. *Elaboración propia.*

Este territorio se caracteriza por contar con un suelo apto para los cultivos y la ganadería; cuenta con una topografía ondulada conformada por diversos sistemas montañosos. Como queda en evidencia en la figura 22. Además, el sitio se caracteriza por ser poseedor de una gran variedad de recursos hídricos naturales como lagunas, aguas subterráneas, quebradas y manantiales cercanos, que son las fuentes principales de abastecimiento de sus habitantes. Mientras que, en lo referente a las viviendas, la mayoría de estas se caracterizan por ser vernáculas construidas con técnicas (ancestrales) y materiales propios de la zona como la caña de lata de corozo, zinc, palma para sus techos, entre otros.

Figura 22

Gráfico de topografía existente en el sitio.



Nota. *Elaboración propia.

Así mismo, cuenta con diversidad de vegetación en especies y alturas, que hacen de este sitio un ecosistema para muchos animales, entre estas vegetaciones podemos encontrar especies como: el Caracolí, Arizal, Trébol, Cedro, Campano, Palo de agua, uvita, Ceiba, Guácimo, Vara de humo, guayacán, Bambú, Iraca, Roble, Mango, Mamón, Limón, Ciruela; entre otros. A continuación, se pueden observar especificaciones de algunas de estas especies, en las tablas 8 hasta la 12.

Tabla 8

Tabla de descripción de especie vegetal (Caracolí).

Nom. Común	Caracolí
Nom. Cient.	Anacardium excelsum.
Orden	Sapindales.
Familia	Anacardiaceae.



Descripción

Especie que puede alcanzar alturas de 30 metros, con hojas de tipo simples, alternas, con textura coriácea y forma obovada, estas pueden tener un tamaño de 30 cm de ancho y se ubican por lo general en los bordes de las ramas. Mientras que las flores son de tamaños pequeño y poco llamativo, de color blanco, con frutos de nueces curvas.

Nota. Abordado de *Árbol Caracolí, Anacardium excelsum* (Fotografía), por Flórez, 2016, Red de arboles. <https://www.reddearboles.org/Enciclopedia/nwcproduct/11726/arbol-nativo-Caracol>

Tabla 9

Tabla de descripción de especie vegetal (Campano).



Nom. Común	Campano
Nom. Cient.	Samanea saman
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae.


Descripción

Árbol con forma de un paraguas puede alcanzar una altura 30m en paisajes urbanos y 60m en su área, tiene hojas de tipo espiraladas, con flores de muchos estambres color blanco y rojizo, procedente de zonas secas y húmedas suelos profundos con buen drenaje y neutros a ligeramente ácidos.

Nota. Abordado de *Campano Albizia saman* (Fotografía), Inaturalist.

<https://www.reddearboles.org/Enciclopedia/nwcproduct/11726/arbol-nativo-Caracol>

Tabla 10*Tabla de descripción de especie vegetal (Roble).*

	Nom. Común	Roble
	Nom. Cient.	Quercus robur
	Orden	Magnoliopsida
	Familia	Fagaceae
	Descripción	Es un arbusto o árbol que puede crecer a una altura hasta de 25m, perennifolio, posee una copa redondeada densa, con hojas caducifolias de 14cm. de largo lanulosas, productor de muchas flores blancas, este tiende a florecer de febrero a mayo, con frutos semicirculares pequeños amarillos y rojos o púrpuras al madurar. Su madera tiende a ser utilizada para la creación de muebles.

Nota. Abordado de *Roble, características y cuidados* (Fotografía), Jardinatis.

<https://www.hogarmania.com/jardineria/>.

Tabla 11*Tabla de descripción de especie vegetal (Iracá).*

	Nom. Común	Iracá
	Nom. Cient.	Carludovica palmata
	Orden	Pandanales
	Familia	Cyclanthaceae



Descripción


Planta se puede encontrar en tierras cálidas y templadas, es herbácea con 1.5 a 2.5m de alto, con forma de palma, de hojas palmeadas grandes, sostenidas por pecíolos cilíndricos y distribuidas en una roseta basal, con una altura de 20 cm. Sus hojas se utilizan para techar, tejer canastos, y con las fibras de los cogollos se hacen sombreros aguadeños y muchos otros objetos artesanales.

Nota. Abordado de iraca *Carludovica palmata* - Ciclantáceas (Fotografía), Universidad nacional de Colombia.

<http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/es/detalle/ncientifico/8221/#:~:text=Planta%20de%20las%20tierras%20c%C3%A1lidas,se%20rasga%20desde%20la%20punta.>

Tabla 12

Tabla de descripción de especie vegetal (Corozo).

	Nom. Común	Corozo
	Nom. Cient.	<i>Acrocomia aculeata</i>
	Orden	Nativa
	Familia	Arecaceae
	Descripción	Es una palma, cespitosas características de las zonas húmedas, con una altura de hasta 15m y 30 cm de diámetro, sus hojas se encuentran esparcidas a lo largo de su tallo, con espinas en su trono y hojas de color negro, rigidez con hasta 10cm de

largo, con flores de 4 a 6mm en forma estaminada y pistilada, es tolerante a cualquier suelo y de más de dar frutos comestibles su madera es utilizada para la realización de viviendas y otros objetos.

Nota. Abordado Corozo (Fotografía), Misión árbol.

<http://misionarbol.minec.gob.ve/guide/corozo>.

Por otro lado, entre los resultados obtenidos con base en las entrevistas realizadas al grupo de habitantes de la población, la vereda El Paraíso. Como se puede ver en la figura 23, frente a las problemáticas existentes en el sector de estudio y el planteamiento de una solución basada en dicha problemática, se evidenció que el principal problema existente es el mal servicio hídrico prestado por parte de las empresas encargadas; debido a que estas suministran el agua con poca frecuencia, sobre todo en épocas de sequía, afectando los cultivos y otras actividades diarias de la población. Además, que las pocas veces en las que se abastecen, el agua que llega a las viviendas se encuentra en mal estado, inclusive con partículas de piedra caliza y pequeños trozos de palos. Como se aprecia en la figura 24, colocando en riesgo la salud de los habitantes.

Esto pese a contar con recursos hídricos naturales como pozas, manantiales, aguas subterráneas, entre otras; que se ven afectadas por la constante contaminación por parte de visitantes e inclusive de personas propias de la zona y de algunos animales existentes en el entorno.

Figura 23

Muestra de evidencia a entrevistas realizadas a los habitantes de la vereda El Paraíso.



Nota. Elaboración propia de evidencia de la recolección de datos a través de las entrevistas realizadas a los habitantes de la vereda El Paraíso perteneciente al municipio de Colosó.

Figura 24

Evidencia de estado del agua, con el que se abastecen los habitantes de la vereda El Paraíso.



Nota. Elaboración propia de fotografías al estado de agua que llega a las viviendas de los habitantes de la vereda El Paraíso.

Es así, que los resultados de las entrevistas y el conocimiento de las opiniones acerca del recurso hídrico vigente en esta vereda, dejó en evidencia la grandeza de la problemática por la que atraviesan estos habitantes, puesto que, el 99,9% de la población entrevistada manifestó que el abastecimiento de agua es pésimo y reducido mayormente en épocas de sequías, llevándolos a recurrir a otras técnicas de abastecimiento como el almacenamiento de la lluvia para la satisfacción de sus necesidades. De la misma manera, de cada 5 personas, se podría decir que 2 de ellas ha

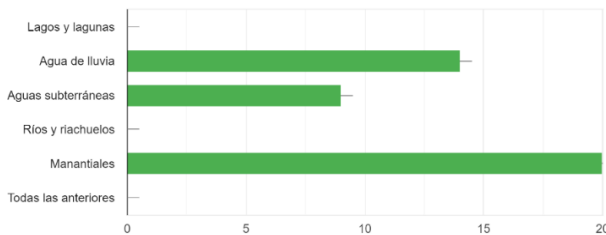
escuchado, hablar o conoce de los sistemas de Atrapanieblas en esta población, como una solución a la problemática hídrica que muchas poblaciones atraviesan. Como se aprecia en la figura 25.

Figura 25

Resultado de preguntas de las entrevistas realizadas al grupo de habitantes de la Vereda el Paraíso.

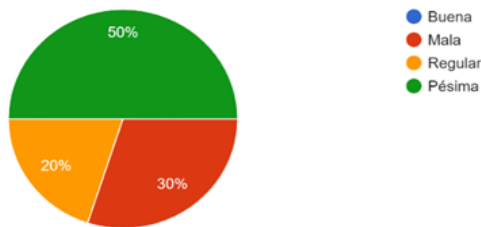
1. ¿Cuál es la principal fuente de abastecimiento de agua del municipio? Puede marcar varias opciones si lo cree necesario.

20 respuestas



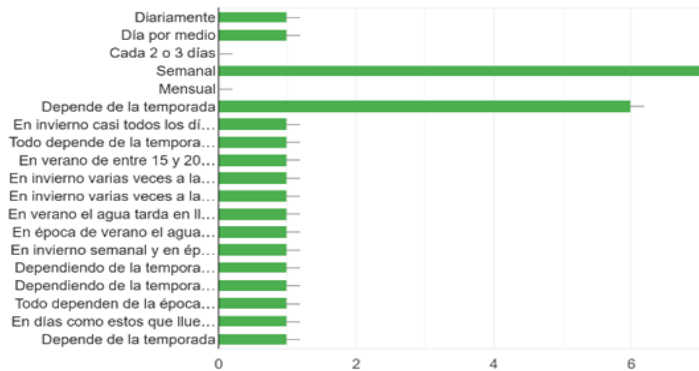
2. ¿Cómo considera usted que es el suministro de agua en el municipio?

20 respuestas



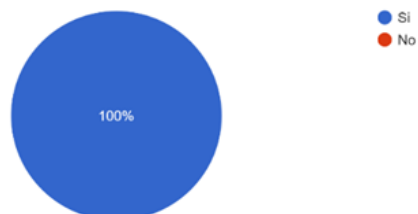
3. ¿Con que frecuencia se abastece el municipio de agua?

20 respuestas



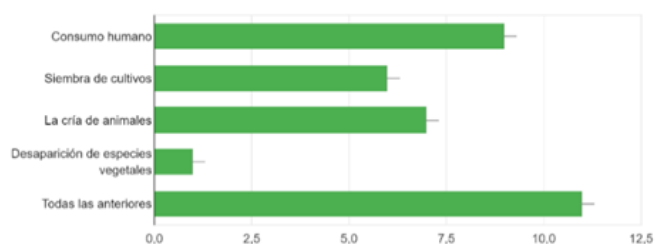
4. ¿En épocas de sequía el municipio tiende a carecer continuamente de agua?

20 respuestas



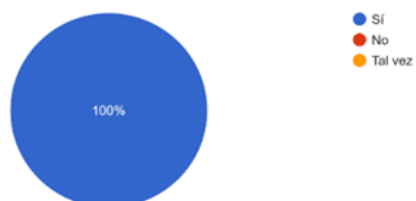
5. ¿Qué actividades se ven afectadas por la falta de agua en épocas de sequía en el municipio?

20 respuestas



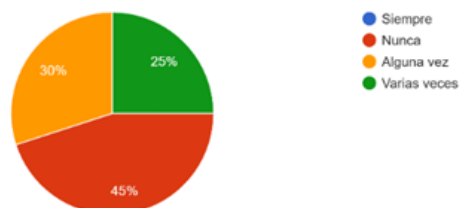
6. ¿Cree usted que es necesario contar con una fuente de abastecimiento de agua alterna a la que ya tiene?

20 respuestas



7. ¿Alguna vez usted ha escuchado hablar de dispositivos portátiles que sirven para recolectar niebla y convertirla en agua, que es utilizado para el consumo u otras actividades humanas?

20 respuestas

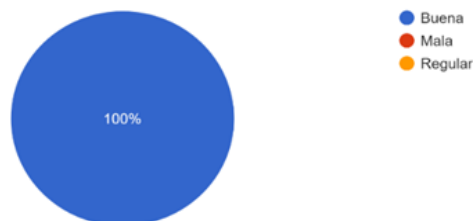


8. Ahora que sabe que es el dispositivo captador de niebla, ¿piensa usted que este dispositivo sería de gran ayuda en el municipio?

20 respuestas



9. ¿Qué le parece la idea de instalar un dispositivo de este tipo en el municipio?
20 respuestas



Nota. Elaboración propia de resultado de preguntas planteadas en las entrevistas realizadas al grupo de habitantes de la Vereda el Paraíso.

De la misma manera, la realización de dichas entrevistas nos permitió establecer de forma más clara las problemáticas y con esto ciertas ventajas a la hora de plantear la solución del dispositivo en la comunidad. Como se puede apreciar en la tabla 13.

Tabla 13

Ventajas frente a la realización de entrevistas a la población.

Ventajas frente a la realización de las entrevistas
- Establecer una relación más cercana con la comunidad y con lo que estos necesitaban.
- El conocimiento preciso acerca de la problemática existente en el territorio.
- Una percepción más cercana frente al comportamiento y actividades de la población.
- Una mejor precisión a la hora de presentar la solución frente a la problemática existente.

Nota. Elaboración propia de ventajas como resultado de las preguntas planteadas.

4.1.2 Resultados fase 2: Definir

En esta fase, se dio como resultado la definición de forma más precisa en lo que respecta a las falencias de abastecimiento presentes en la vereda El Paraíso, permitiendo plantear una propuesta de dispositivo pensada como una pronta solución, con base en cada una de las problemáticas encontradas, (Santos & Pereira, 2017). Esto se logró mediante el desglose detallado

de diversos aspectos importantes, que influían en el correcto desarrollo de la propuesta a plantear, como lo fueron:

Identificación de los perfiles de los habitantes.

Se identificaron los perfiles de algunos de los habitantes de la población con el fin de conocer sus ocupaciones o actividades que realizaban a diario, permitiendo determinar cómo estos se veían afectados ante la problemática hídrica existente, con el propósito de obtener mayor claridad al momento de presentar una solución desde lo colectivo hasta lo individual. En la tabla 14 se pueden contemplar algunos de estos perfiles de los habitantes de la vereda El Paraíso.

Tabla 14

Perfiles de los habitantes.

N°	Nombres y Apellidos	Edad	Oficio u Ocupación
1.	Jairo Pérez Yépez	46	Campesino
2.	Camilo Andrés Pérez Buelvas	22	Oficios Varios
3.	Juan José Mendibil	22	Vigilante
4.	Justo Vergara Martínez	34	Mototaxi
5.	María Vergara Martínez	46	Ama de casa
6.	Julio Blanco Martínez	54	Campesino
7.	Ana Álvarez Ochoa	67	Ama de casa
8.	José Rafael Rangel Méndez	43	Campesino
9.	José Luis Vásquez Buelvas	52	Campesino
10.	Marta Pérez Porto	55	Ama de casa
11.	Jairo Rafael Ochoa Salas	55	Campesino
12.	Yosladis Arroyo Montes	42	Ama de casa
13.	Everlides Yépez Baloco	66	Tiene una tienda pequeña
14.	Carlos Pérez Ochoa	28	Campesino.

15.	Teresa De Jesús Pérez Méndez	88	Ama de casa
16.	Luis Eduardo Meza Márquez	47	Oficios varios- Campesino
17.	Widner Pérez Ochoa	41	Campesino

Nota. Elaboración propia.

Comprender a los habitantes.

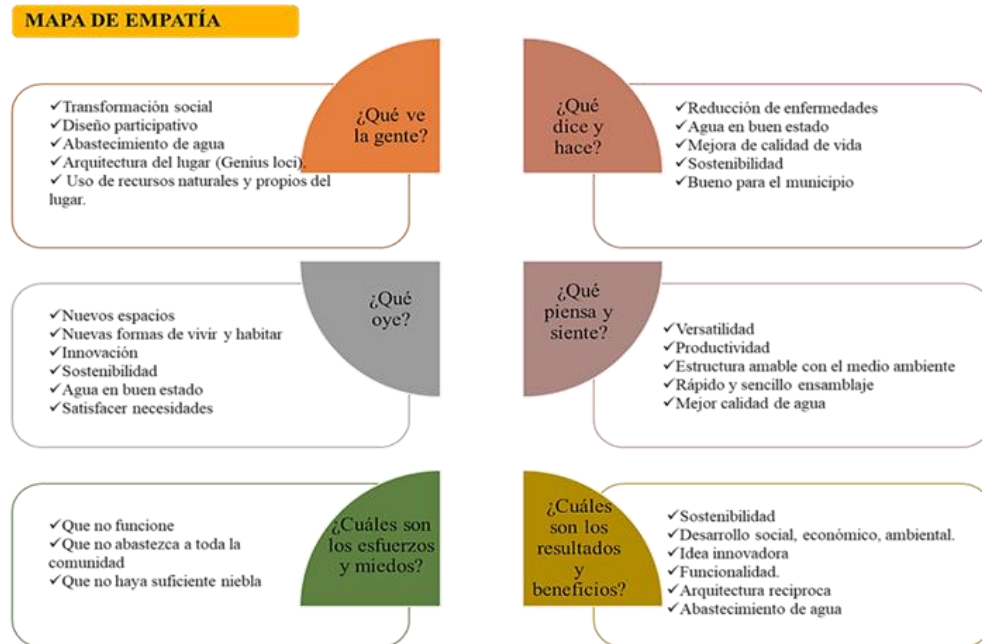
Ya desarrollada la fase anterior empatizar, se comprendieron a manera más detallada cada una de las necesidades frente a la problemática hídrica actualmente existente en esta población, con ayuda de la entrevista inicialmente realizada, dando como resultado el cómo se ven reflejadas cada una de las afectaciones por las que atravesaban los habitantes de la población en su calidad de vida, debido a aspectos ambientales, económicos y de salud, que requerían una pronta solución.

Identificación de las necesidades.

De esta manera, se pretendió empatizar con la comunidad, mediante la puesta en práctica de tema usuario-comunidad, de una forma u otra nos permitió mantener una relación mucho más cercana con los habitantes, así como a ver de cerca sus necesidades más importantes y así proponer soluciones más acertadas, esto se logró mediante la técnica mapa de empatía, abarcando 6 preguntas base como ¿Qué ve?, ¿Qué dice y hace?, ¿Qué oye?, ¿Qué piensa y siente?, frente a la situación a la que se veían enfrentados diariamente, de tal manera que entendiéramos ciertas percepciones de las personas con base en su problemática y que tan abiertos estaban ante una posible solución. A continuación, se observa en la Figura 26 las opiniones más comunes entre los habitantes entrevistados.

Figura 26

Mapa de empatía al grupo de habitantes entrevistados.



Nota. *Elaboración propia de mapa de empatía según opiniones de la población El Paraíso.

Criterios según Insights (Percepciones) y Points of view (Puntos de vistas)

Es así que, con base en la determinación de las percepciones de las necesidades encontradas en la población, esto nos permitió demarcar ciertos criterios o aspectos fundamentales en el planteamiento de la propuesta, proporcionándonos puntos claves dentro de la solución al momento de ser presentada ante la comunidad. Como se puede apreciar en la tabla 15 los puntos de vista establecidos y partiendo de estos los criterios observados en la tabla 16.

Tabla 15

Points of View (Puntos de vista).

Persona	Necesidad	Insights/Percepción
Jairo Pérez Yépez, campesino nato de la vereda El Paraíso	Tener un buen suministro de agua,	<ul style="list-style-type: none"> • Desea tener un buen abastecimiento de agua para sus cultivos.

Marta Pérez Porto, labores de ama de casa en la localidad rural El Paraíso.	Obtener agua en optimo estado.	<ul style="list-style-type: none">• Quiere tener agua apta para hacer todas sus actividades domésticas.
Carlos Pérez Ochoa, presidente de la Junta de Acción Comunal y campesino de esta localidad rural El Paraíso.	Contar semanal o regularmente con agua en las viviendas.	<ul style="list-style-type: none">• Desea poseer un suministro de agua eficiente en épocas de verano o sequías.• Quiere que su familia pueda consumir agua sin partículas de tierra y caliza, sin temor a afectar su salud.
Luis Martínez Corena, avicultor (criador de pollos), en la vereda El Paraíso	Contar con agua potable en el municipio.	<ul style="list-style-type: none">• Quiere tener un sistema que ayude a generar agua para mitigar los problemas de desabastecimiento de agua en el sector.
José Rafael Rangel Méndez.	Tener un sistema alternativo de agua potable.	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16

Criterios en base a las percepciones.

Criterios en base a necesidades	
<p>1. Propuesta de implantación de un proyecto en la comunidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar claridad en temas de construcción, manejo y función del proyecto dentro de la comunidad.
<p>2. Consensuar líneas estratégicas y objetivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones para cambios en el ámbito social, ambiental y económico. • Soluciones sostenibles y sencillas, para mejorar la calidad de vida de los habitantes.
<p>3. Elaborar programas como los insights en el equipo de trabajo, como base para encontrar espacios que recalcaran actividades que disminuyeran los eventos problemáticos en esta comunidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formas alternas de subsistir, aprovechando los recursos encontrados en el entorno.

Nota. Elaboración propia.

A partir de las diversas, necesidades y percepciones de los habitantes frente a la problemática hídrica, toma fuerza la propuesta del dispositivo captador de niebla; ya que los habitantes de la vereda El Paraíso, son claros en que necesitan una pronta solución, que aunque no corta la problemática de raíz permitirá que estos tengan un sistema alterno que les ayude a mitigar sus afectaciones principalmente en los días más secos del año, siendo el dispositivo captador planteado bajo las necesidades puntuales de la población.

4.1.3 Resultados fase 3: Idear

La necesidad de abastecimiento del agua potable en muchas comunidades, ha sido uno de los incentivos para que los seres humanos se vean en la necesidad de explorar nuevas técnicas innovadoras, que les permitan satisfacer una de las necesidades básicas y más necesarias frente a la subsistencia y calidad de vida. Siendo la recolección de agua a través de la presión atmosférica, uno de los métodos más explorados y analizados en los últimos años, mediante dispositivos como los atrapanieblas encargados de captar las partículas de agua producidas por la atmósfera, gracias a sus diferentes características estudiadas y mejoradas con el paso del tiempo (Dueñas, 2021).

Es así que, en poblaciones como La Veredera El Paraíso (lugar de estudio), que se ve afectada por esta problemática, surgió la necesidad de implantar un prototipo que ayudara a mitigar y brindar una solución pronta a las dificultades frente al tema hídrico existente en este territorio, siendo la propuesta del dispositivo portátil captador de agua de niebla vista como una alternativa, que desarrollada bajo ciertos aspectos alcanzara el objetivo final de captación y almacenamiento, para el mejoramiento de la calidad de vida de esta población.

Este dispositivo se basa en el concepto de la Arquitectura Biomimética, a partir de la aplicación de ciertas fases que van desde el reconocimiento de las soluciones que es capaz de brindar el entorno natural frente a la problemática de agua existente en esta población, la comprensión de cómo funciona dicho entorno, la abstracción de ciertos principios naturales que sirvieran para ser aplicados al diseño y probar la funcionalidad final del mismo. Es así que, este prototipo se desarrolló bajo la identificación de oportunidades presentes en especies naturales, para ser aplicadas en el elemento artificial final como una solución, teniendo en cuenta las características propias del entorno natural que van desde la estructura que se maneja, la relación con el entorno y la utilización de los recursos propios de la zona.

Esto teniendo en cuenta que cada especie consta de ciertas cualidades para su subsistencia, evolución, reproducción y adaptación al entorno, que han ido desarrollando a lo largo del tiempo

y que han sido objeto de estudio para dar solución a problemáticas de subsistencia de la humanidad (Torreblanca, 2018). Por lo tanto, se toma como inspiración la planta del frailejón, por ser generadora de agua a través de los vellos que conforman sus hojas al atrapar la niebla existente en la atmósfera para luego depositarla en su tronco, almacenarla y liberarla al medio a través de sus raíces. Es así que, el frailejón y sus hojas toman importancia dentro del diseño de este dispositivo, convirtiéndose en un referente en la creación de las principales ideas o bocetos que direccionaron el diseño final planteado. Como se puede apreciar en las figuras 27-28.

Así mismo, se buscó plantear el dispositivo bajo ciertas estrategias de sostenibilidad frente a su desarrollo, a través de la manipulación responsable del ecosistema natural, logrando mantener alternativas de bienestar para las generaciones futuras, direccionando también estos aspectos sostenibles a factores culturales, sociales y por ende económicos del sitio, que atiendan a las necesidades actuales de la población frente a la problemática de agua existente. Dicho esto, las estrategias sostenibles planteadas en el desarrollo del dispositivo son las observadas en la tabla 17.

Tabla 17

Estrategias sostenibles planteadas para el dispositivo.

Estrategias de sostenibilidad
- Uso de materiales para la construcción del dispositivo, amigables con el medio ambiente y propios de la zona.
- Menor alteración posible en el terreno de implantación del dispositivo.
- Adaptación del dispositivo a las necesidades actuales y posiblemente futuras de la población.
- Utilización de recursos provenientes de la naturaleza sin necesidad de ningún tipo de energía.
- Plantear una nueva actividad frente a la producción y el consumo de la población de forma más sostenible.

- Utilización de técnicas y elementos de construcción propios de la zona, así como la mano de obra.
- Adaptabilidad de la estructura a cualquier tipo de terreno sin necesidad de afectar el entorno.

Nota. Elaboración propia de estrategias sostenibles aplicadas al dispositivo planteado.

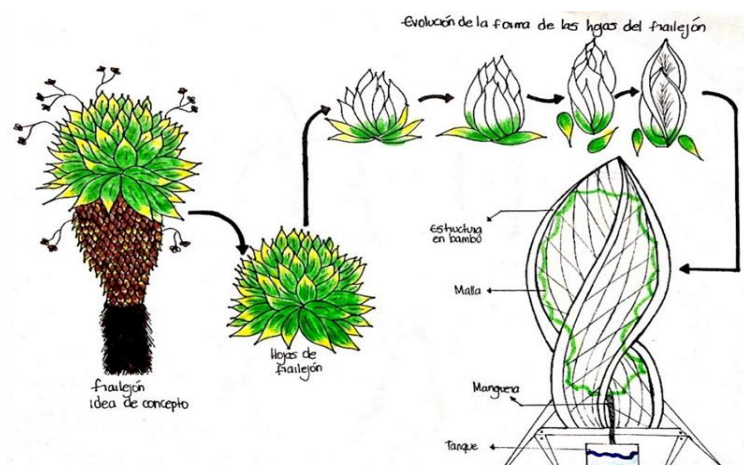
Figura 27
Formas encontradas en el frailejón

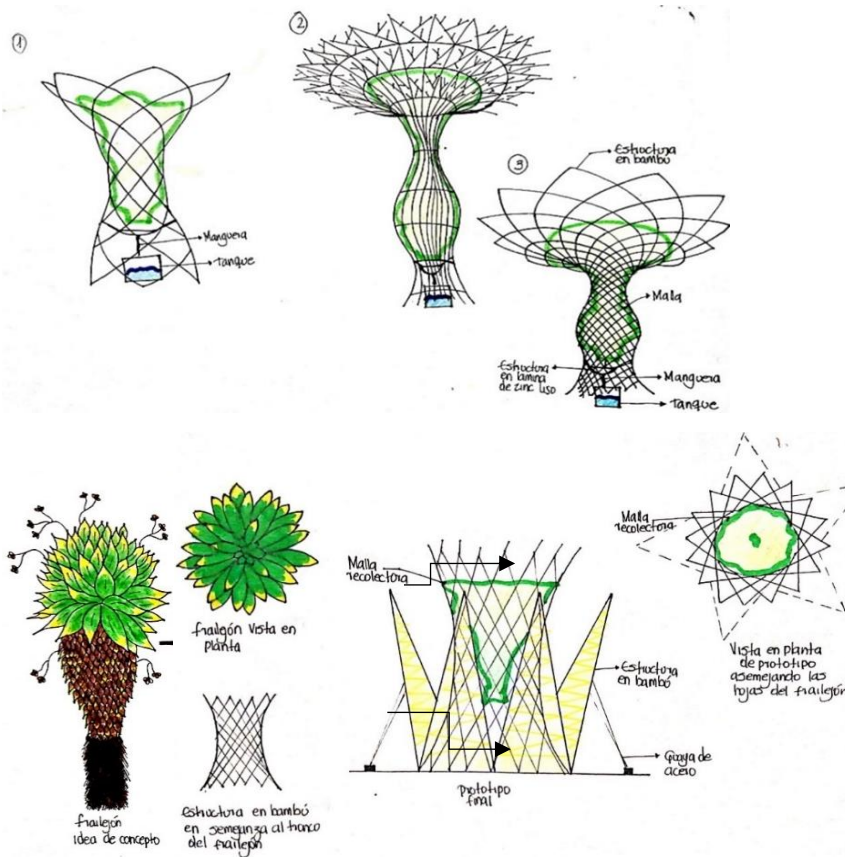


Nota. *Elaboración propia de formas que podemos encontrar en la planta de frailejón.

Figura 26

Bocetos o primeras ideas del dispositivo captador de niebla para la vereda El Paraíso.





Nota. *Elaboración propia de primeras ideas para el diseño del dispositivo captador de niebla propuesto en la vereda el paraíso, en base a la planta del frailejón.

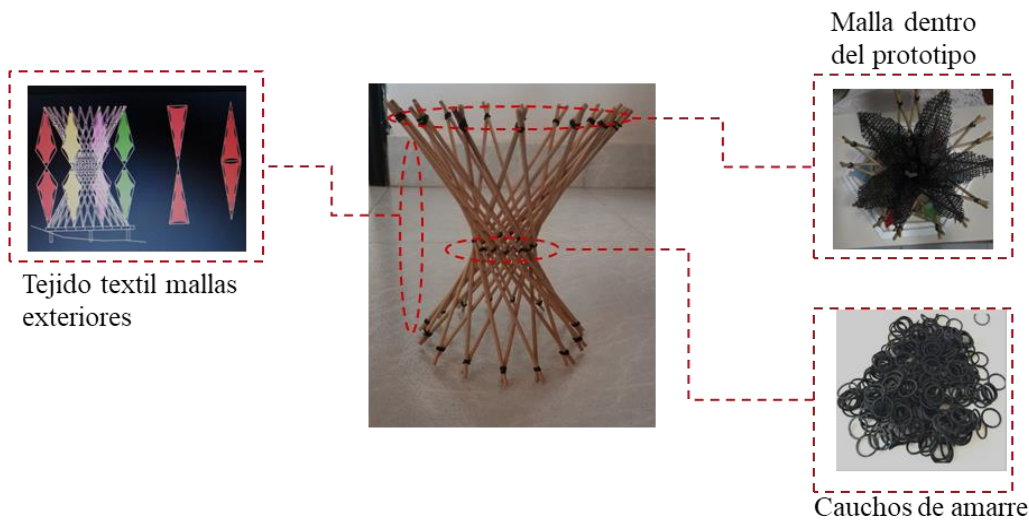
Es decir que, la propuesta de dicho prototipo se planteó como una réplica a partir de un elemento natural a través de la Biomimética, que además de ser funcional y generar una solución necesaria en la comunidad, fuese sostenible y adaptable al entorno en el que se implantara. Esto lográndose no solo mediante el diseño basado en la planta, sino que también teniendo en cuenta el comportamiento o funcionamiento de esta con el entorno y sus características, frente a la captación de la niebla y la generación de agua, siendo un dispositivo fundamentado en fenómenos propios de la naturaleza como la precipitación, condensación y la gravedad de la atmósfera; que hacen de este una idea innovadora y sostenible, capaz de funcionar sin energía eléctrica.

Proceso proyectual: elaboración de maquetas.

Seguido de plasmar las ideas en bocetos, se elaboraron las diversas maquetas en escalas 1:25 y 1:5 que permitieran entender con más claridad la construcción de las ideas que se habían plasmado, partiendo desde la escogencia de los materiales utilizados en este caso palillos y cauchos para obtener la flexibilidad que se requería, el corte de cada pieza en el tamaño correspondiente, la unión y el armado de las mismas. Cabe resaltar que cada una de las formas propuestas, hasta llegar a la opción final de la forma del dispositivo, partieron de la forma base del hiperboloide, entendiendo la flexibilidad de la misma y la posibilidad de asemejar la forma natural de la planta del frailejón en la estructura. Como se puede apreciar en la figura 29 el proceso de construcción de diversas maquetas que dieron paso a la forma final del prototipo.

Figura 27

Maqueta 1, esc:1:25



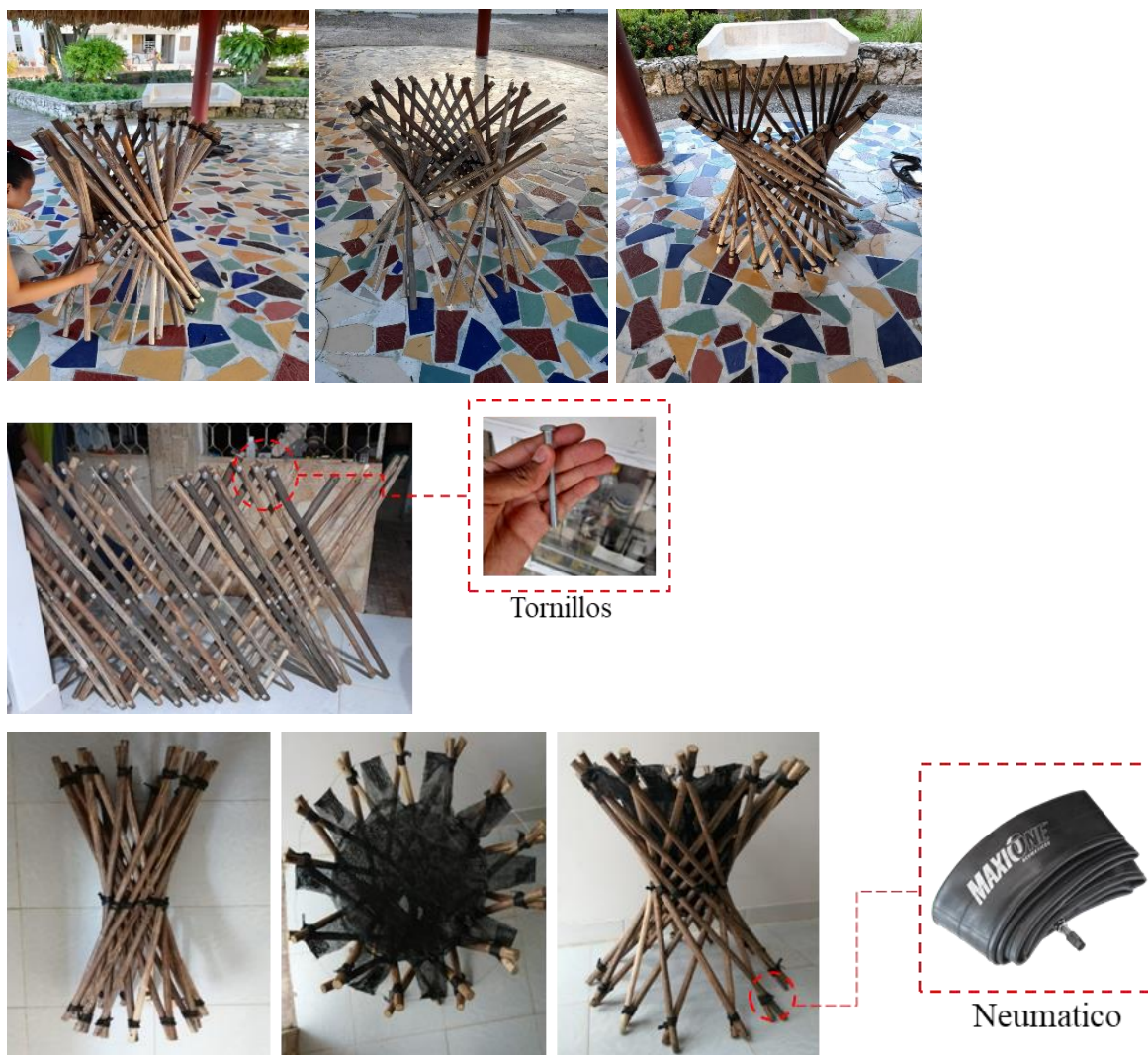
Nota. *Elaboración propia de primeras ideas de maquetas para el diseño del dispositivo captador de niebla propuesto en la vereda el paraíso, en base a la planta del frailejón.

Durante el proceso constructivo de las diversas maquetas, también se presentaron ciertos inconvenientes que llevaron a probar la utilización de distintos materiales y formas en el amarre,

que nos permitieran continuar con el desarrollo de las ideas ya planteadas, debido a que los materiales con los que se hizo el amarre de las cañas inicialmente impedían la flexibilidad en la estructura, evitando que esta se armara en su forma completa, además de la cantidad de cañas que se estaban utilizando y el grosor de las mismas. Como se puede ver en la figura 30.

Figura 28

Construcción de maquetas esc:1:5, diferentes materiales de amarre.

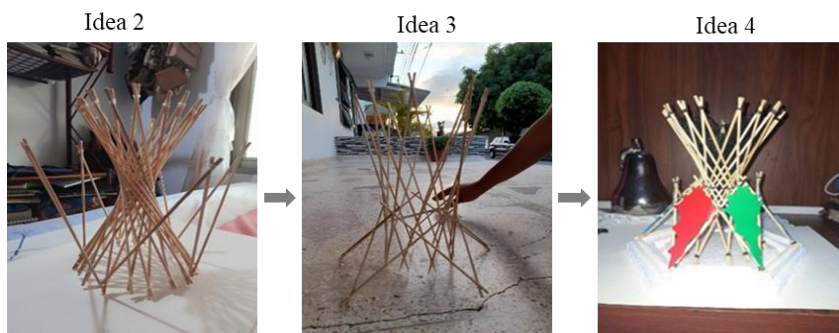


Nota. *Elaboración propia de primeras ideas de maquetas para el diseño del dispositivo captador de niebla propuesto en la vereda el paraíso, en base a la planta del frailejón.

Es así que, en el proceso de desarrollo idea en maqueta del dispositivo, el objetivo de cada elemento constructivo en escala 1:25 era seguir mejorando la idea de diseño ya planteada, en sentido formal y funcional, pero siempre partiendo desde la forma base del hiperboloide, teniendo presente los inconvenientes que habían surgido anteriormente y buscando la manera de mejorarlos, sin olvidar el objetivo último de captación y recolección de la niebla, al igual que la estética y funcionalidad, es así que se plantearon nuevos diseños. Como se puede ver a continuación en la figura 31.

Figura 29

Resultados de diversas ideas de diseño en maqueta.



Nota. *Elaboración propia de primeras ideas de maquetas para el diseño del dispositivo captador de niebla propuesto en la vereda el paraíso, en base a la planta del frailejón.

Luego de múltiples intentos por lograr llegar a lo que sería la propuesta final de diseño del dispositivo en maqueta, se tomaron en cuenta ciertos aspectos que pudieron generar una forma creativa e innovadora, que además de cumplir con elementos que hicieron de esta una estructura estética, sin dejar a un lado su principal objetivo en lo que respecta a la funcionalidad, se tomaron ciertas características de las ideas anteriores que pudieran ser fundamentales en la construcción de la idea final del dispositivo. Generando finalmente un diseño que pudiera ser adaptable al terreno de implantación, con una estructura que manejara la flexibilidad para la fácil manipulación al momento de ser trasladarla de un lugar a otro, con una mejor forma de captación a través de la malla interna, una estética mediante mallas exteriores sin dejar de ser funcionales y el agregado final de brindarle a la población una forma no solo de abastecimiento hídrico sino de una forma

alternativa que también les brindara de una manera mucho más sostenible y natural, la posibilidad de generar para su economía a través de cultivos o para el consumo propio.

Modelados del dispositivo.

Seguidamente de elaborar las ideas de diseño planteadas anteriormente en maquetas, se realizan los modelos de estas, con fin de observar más a detalle cómo sería la visualización de estas ideas con todos los elementos propuestos y la adaptación de estas al terreno. Como se puede apreciar en las figuras 32-33.

Figura 30

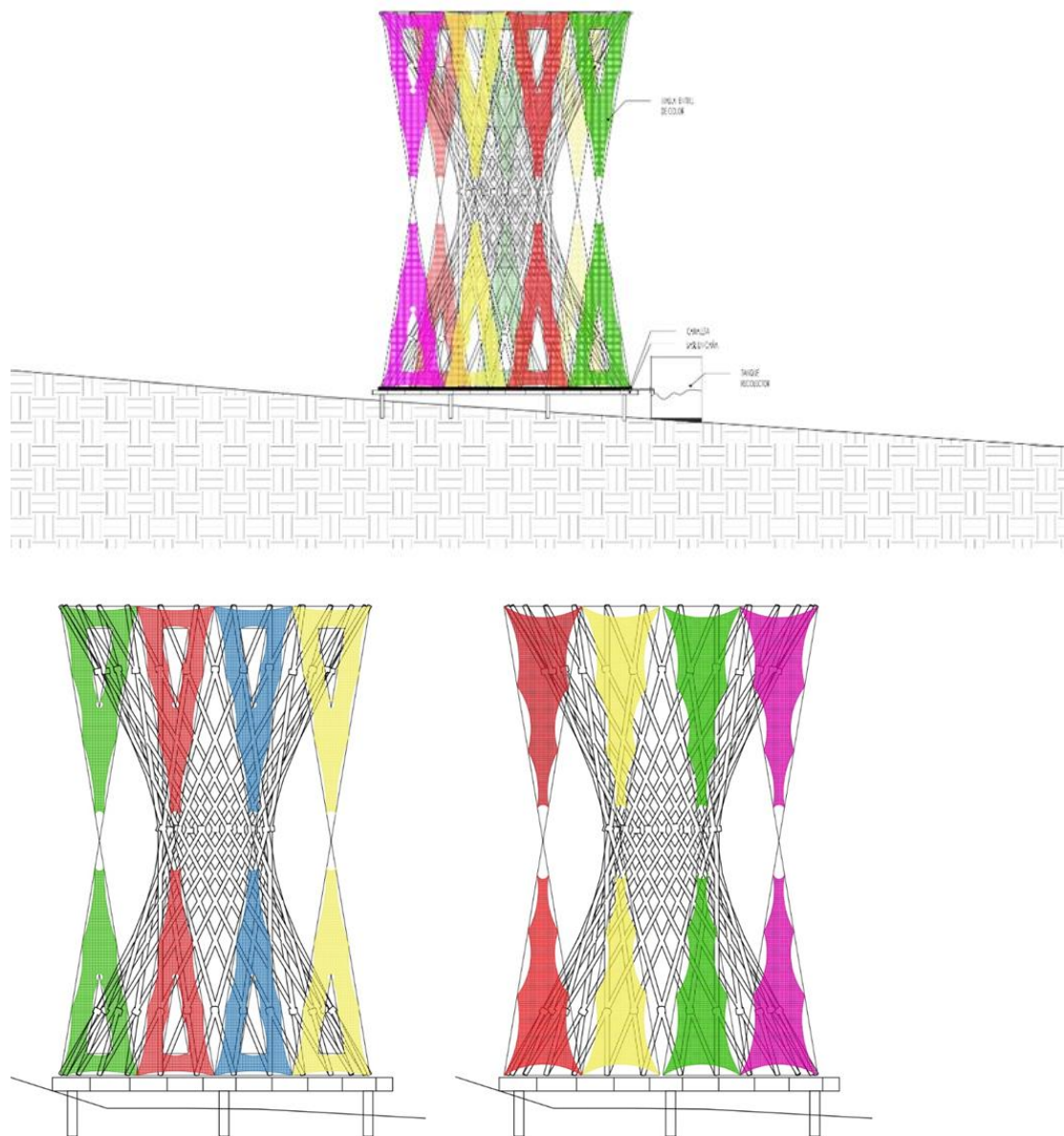
Ideas visualizadas en modelo 3d.

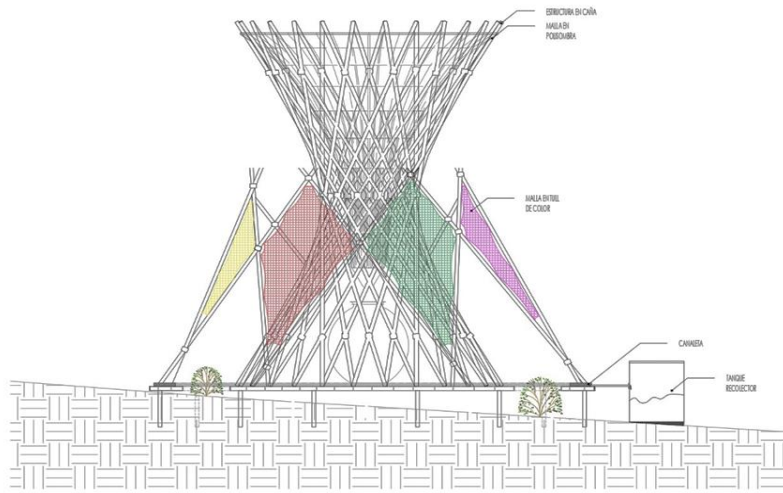


Nota. *Elaboración propia de ideas del dispositivo visualizadas en 3d.

Figura 31

Visualización de ideas de diseño.





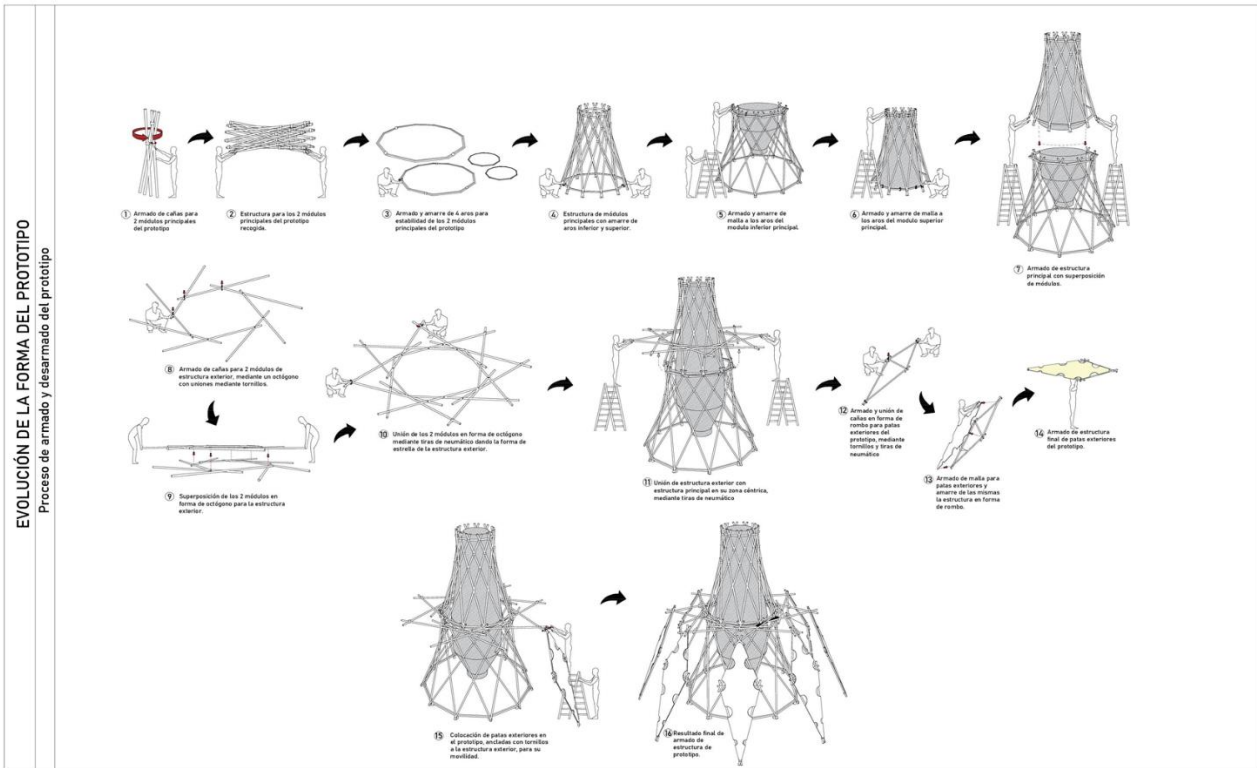
Nota. *Elaboración propia de visualización de ideas del dispositivo.

4.1.4 Resultados fase 4: Prototipar

En este sentido, la forma del prototipo busca recrear a través de la tecnología y los conocimientos actuales acerca de los atrapanieblas, una forma innovadora inspirada en la naturaleza que buscara manejar una similitud con la planta del frailejón, teniendo en cuenta sus hojas incluido su tronco, además de la interacción que esta tiene con el entorno; esto se logra mediante la utilización de ángulos y figuras geométricas básicas, en este caso partiendo del círculo y el triángulo; que permiten recrear una estructura que se asemeja al entramado de las hojas captadoras de niebla y las hojas secas del tronco de dicha planta, dando como resultado final una flor o capullo vista en planta y una estructura principal con un ritmo en sus fachadas, generando a su vez una forma uniforme, similar a un embudo en la malla; la cual permite que se obtenga un funcionamiento semejante al de la planta en la forma de captación de las partículas y el almacenamiento de las mismas, a través del fácil desplazamiento del agua hacia el interior de la superficie recolectora. Ver evolución formal y armado en figura 34.

Figura 32

Evolución formal del prototipo (proceso de armado y desarmado).



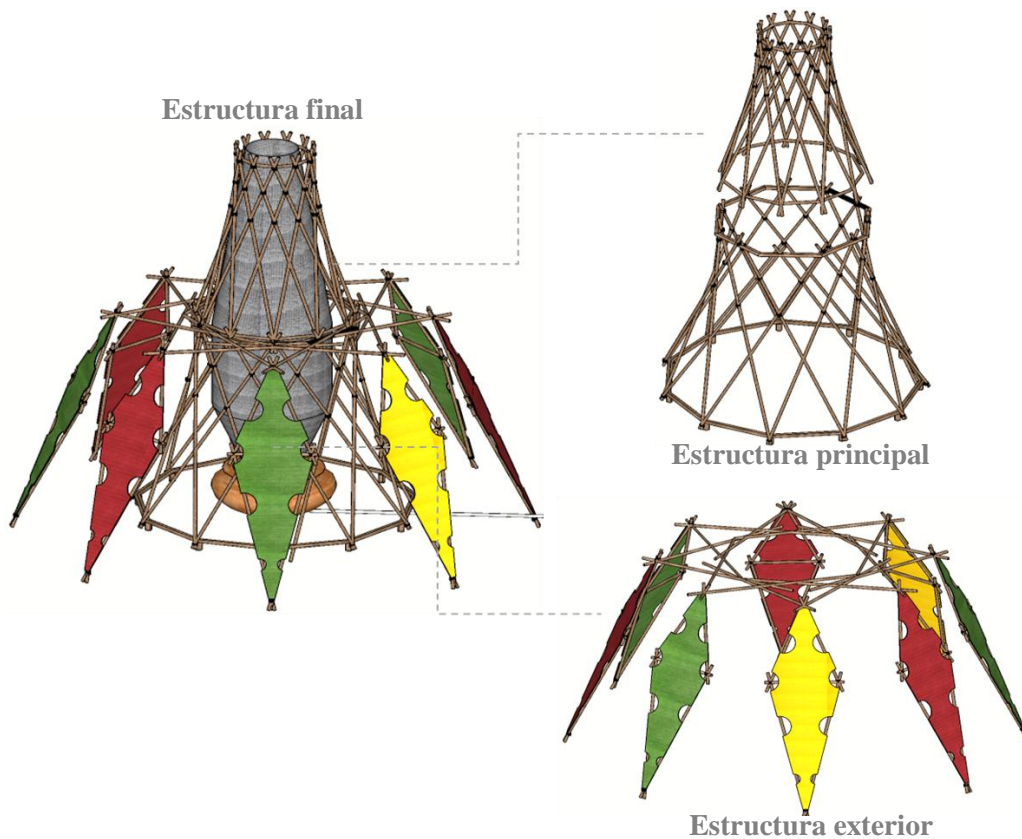
Nota. *Elaboración propia de proceso de armado y desarmado del prototipo.

Su forma está diseñada en sentido vertical, se caracteriza por estar compuesta por dos estructuras, una principal y una exterior. Como se puede apreciar en la figura 35. Dicha estructura principal es la encargada de funcionar como un exoesqueleto semirrígido que sostiene y protege la malla interna recolectora de niebla, además ser la responsable de soportar la forma externa del dispositivo, está conformada por dos módulos sobrepuestos, contruidos atando delgadas cañas de corozo en forma entrecruzada y cada uno de estos cortados a una altura de 3.0m y 3.5m dándole en total una altura de 7.7m incluyendo la excavación del tanque de almacenamiento; lo que ayuda a mejorar su capacidad de captación de las partículas de niebla existentes en la atmósfera. Así mismo, la estructura externa está compuesta por dos elementos, uno que hace las veces de patas, contruidos en forma de rombo atando las cañas de manera entrecruzada, siendo el responsable de darle cierta estética al dispositivo con ayuda de las mallas captadoras en colores y funcionar como

sistema de riego para los cultivos propuestos a través del agua captada; mientras que el otro elemento es generado a partir de un octágono, dando una forma final en réplica de hojas o estrella que funciona para conectar las dos estructuras que constituyen al dispositivo en general; además de ser la encargada de darle la gradualidad a las patas del proyecto para ser adaptadas a cualquier terreno. Ver en la Figura 35.

Figura 33

Estructura de dispositivo.



Nota. *Elaboración propia de despiece de estructura de dispositivo.

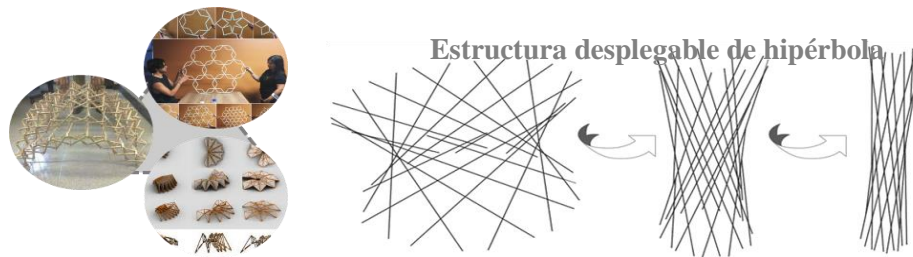
El dispositivo en general cuenta con una estructura de tipo radial; ya que parte desde un punto céntrico, dando como resultado una simetría con lados expuestos en todas las direcciones; generando un espacio céntrico determinando donde se ubica la malla del prototipo que sigue la forma de la estructura principal, dando como resultado una malla en forma de embudo que cumpla

la función de captar la niebla, además de brindar un direccionamiento directo de estas partículas recolectadas evitando las pérdidas hacia el recipiente almacenador; generando así un mejor comportamiento del prototipo frente a la producción de agua.

De la misma manera, este dispositivo busca mediante su forma una funcionalidad y manejo sencillo de sus elementos frente a la construcción, mantenimiento, desmontabilidad e interacción con la comunidad. Todo esto a partir de una estructura de tipo desplegable que se caracteriza en este caso por estar formada por módulos de grupos de cañas de corozo entrecruzadas con varias articulaciones y patas móviles adaptables a cualquier terreno, lo cual permite que el dispositivo tome las características de movilidad, desmontabilidad y ligereza, propias de las estructuras desplegables, dando como resultado una estructura funcional que además de ser portátil por su fácil manipulación se convierte en un elemento innovador y respetuoso con el medio ambiente. Como se aprecia en la figura 36.

Figura 34

Formas desplegables.



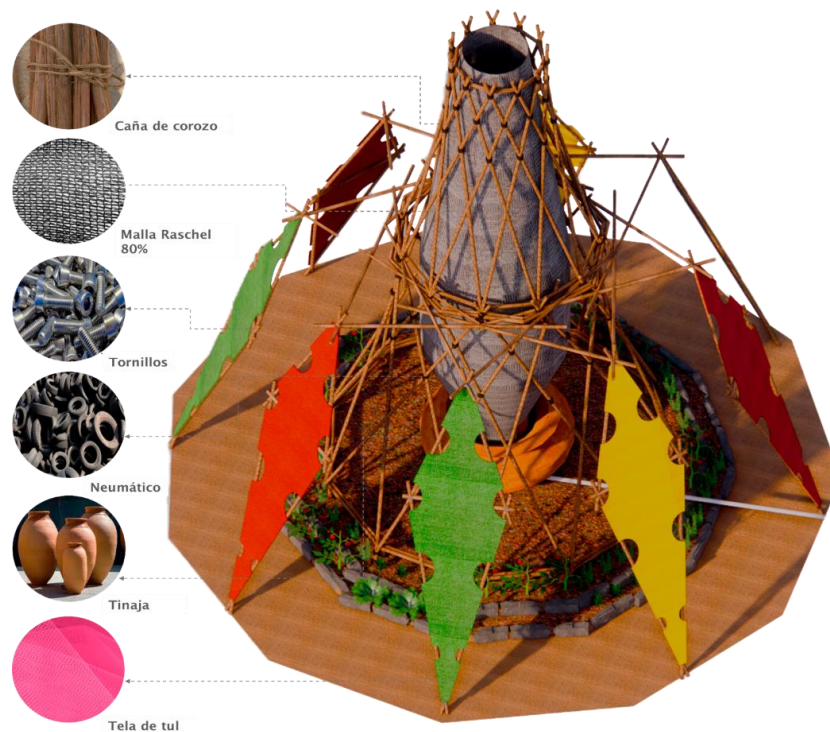
Nota. *Elaboración propia de formas desplegables referente en el diseño del dispositivo.

Este dispositivo busca manejar la sostenibilidad en su estructura, viéndose como un elemento capaz de mantener un correcto equilibrio con el entorno en el que se implanta; por lo que está pensada para ser amigable con el medio ambiente, logrando una adaptación al entorno social, cultural y natural.

Esto mediante la participación de la comunidad en su fácil construcción, al momento de tomar elementos para el diseño con los que la población se sienta identificada, como los colores de artesanías, técnicas de amarre y el uso de materiales propios de la zona como la caña de corozo; siendo el material primordial para dar forma a la estructura, el alambre o nylon como método de soporte de los elementos internos del prototipo, el neumático de llanta que se encarga de unir la estructura y dar la flexibilidad que esta necesita al proporcionar la portabilidad, el poli sombra de 80% que tiene como propósito ser la malla del prototipo que capta las partículas de niebla producto de la atmosfera, la tinajera como un elemento recolector de agua a partir de la niebla condensada, el tubo que funciona como sistema de canaleta para el transporte del agua al elemento almacenador final y la tela de tull que además de tener un buen comportamiento frente a la recolección de partículas de agua y funcionar como sistema de riego de los cultivos dentro del proyecto por el método de condensación de la niebla, se utiliza con el fin principal de brindar una estética en la fachada del dispositivo. Como se puede apreciar en la figura 37.

Figura 35

Materialidad del dispositivo.

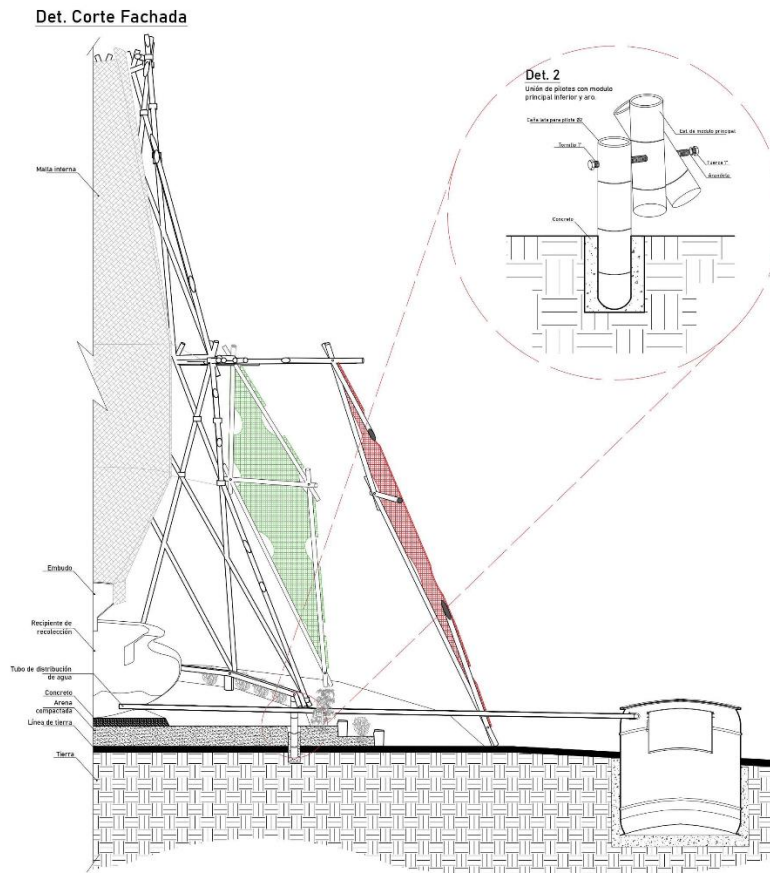


Nota. *Elaboración propia de esquema de materiales a utilizar en la construcción del dispositivo.

Así mismo, se genera una adaptación de la estructura a la topografía existente, provocando la menor alteración posible mediante el aprovechamiento de los desniveles en el proyecto, a través del uso de pilotes y escalonamientos que a su vez sean utilizados como cultivos para el consumo de los habitantes; haciendo del dispositivo un elemento funcional, que no solo brinda una solución a la problemática existente frente al agua, sino que también genera una propuesta en torno a la producción de cultivos de una manera más sencilla y sostenible. Como se aprecia en la figura 38.

Figura 36

Detalle de implantación de la estructura en terreno.



Nota. *Elaboración propia de detalle de implantación en el terreno del dispositivo.

En definitiva, este dispositivo portátil captador de niebla se puede considerar como un elemento que cumple con las características necesarias que le permiten desempeñar su objetivo

final de captación, recolección y almacenamiento de agua para los habitantes de esta población, logrando establecerse como una solución alternativa de abastecimiento, que pese a no ser una solución definitiva, este ayuda a minorar y mejorar en gran medida la calidad de vida de los habitantes frente a la problemática hídrica actualmente existente, de una manera mucho más fácil y económica; además de ser un elemento innovador, sostenible y funcional, que puede verse como un elemento generador a futuro de desarrollo del territorio, con base en el aprovechamiento de los recursos naturales que brinda esta zona.

Presupuesto.

Puesto este dispositivo portátil a la disposición de la comunidad, se establece un presupuesto base, que permita el conocimiento de un valor aproximado, frente a la compra de materiales utilizados en la construcción del prototipo en escala real; sin embargo, este precio puede variar dependiendo de los sitios donde se podrían conseguir este tipo de materiales e inclusive si estos se tienen con fácil en las viviendas de los habitantes de la población.

Figura 37

Presupuesto base para construcción de dispositivo a escala real.

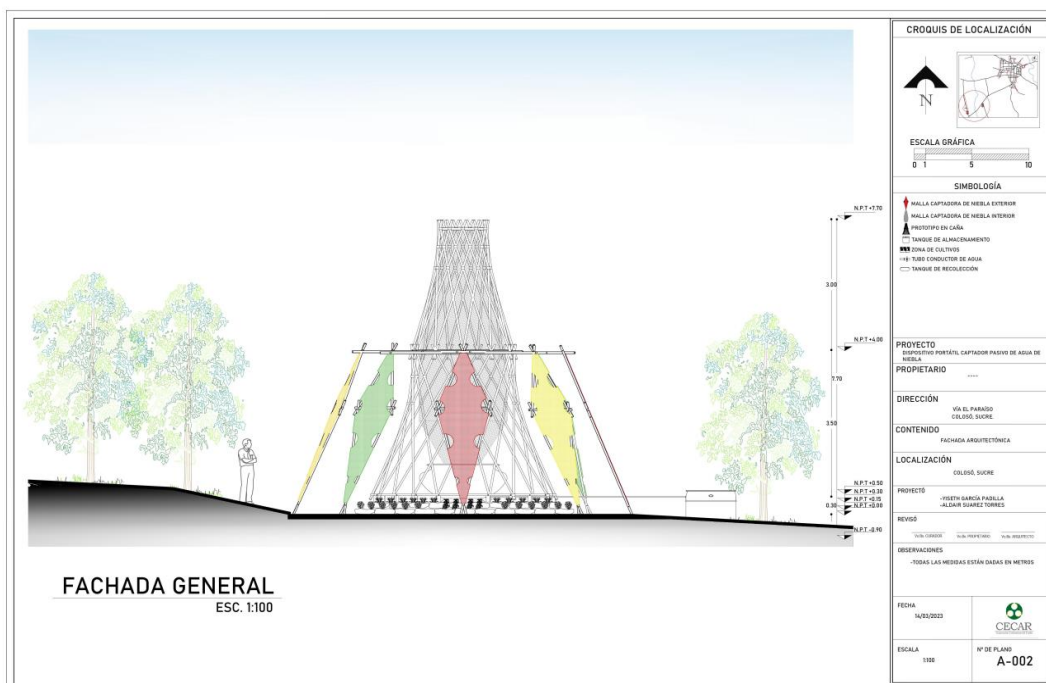
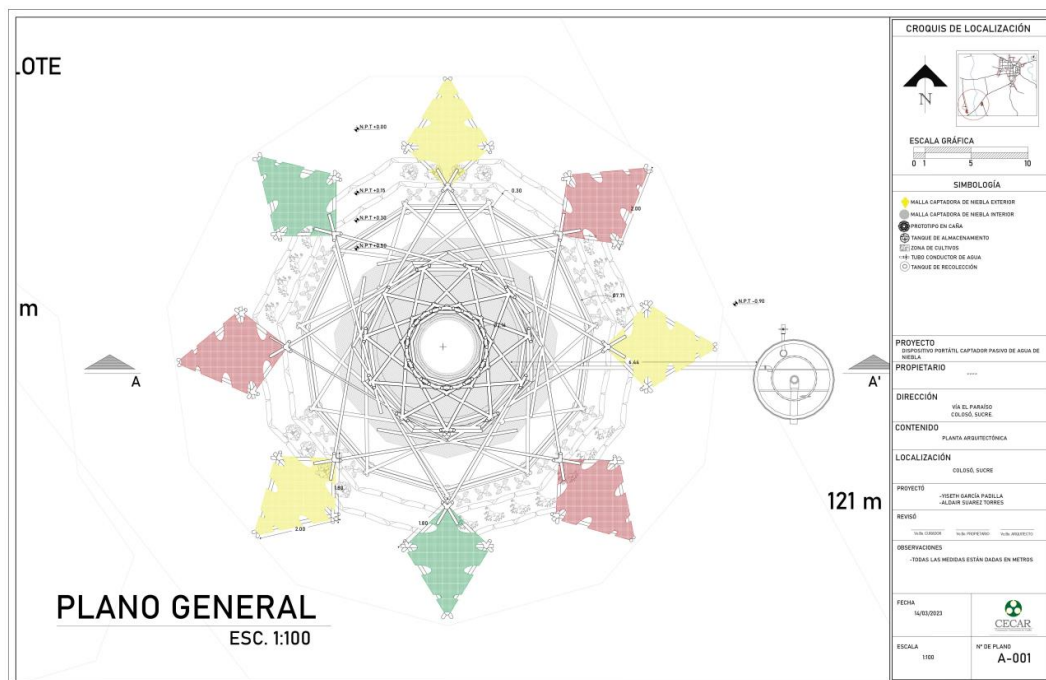
PROYECTO:		DISPOSITIVO PORTATIL CAPTADOR PASIVO DE AGUA DE NIEBLA		DEPARTAMENTO:		SUCRE	
FECHA:		17/03/2022		MUNICIPIO:		COLOSÓ (VEREDA EL PARAISO)	
PROponente:		YISETH GARCIA PADILLA - ALDAIR SUAREZ TORRES		PROPIETARIO:		COMUNIDAD	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL		
1	ESTRUCTURA PRINCIPAL (Modulo inferior y superior)						67500
1.1	Caña lita con diametro 2.0cm (3.5M de largo)	UNI	21	1.500			31500
1.2	Caña lita con diametro 2.0cm (3.0M de largo)	UNI	21	1.500			31500
1.3	Caña lita con diametro 2.0cm para pilote (0.80cm de largo)	UNI	3	1.500			4500
2	ESTRUCTURA EXTERIOR (Estrella)						24000
2.1	Caña lita con diametro 2.0cm (3.0M de largo)	UNI	16	1.500			24000
3	ESTRUCTURA EXTERIOR (Patas)						28500
3.1	Caña lita con diametro 2.0cm (2.5M de largo)	UNI	8	1.500			12000
3.2	Caña lita con diametro 2.0cm (1.9M de largo)	UNI	8	1.500			12000
3.3	Caña lita con diametro 2.0cm (1.4M de largo)	UNI	3	1.500			4500
4	ESTRUCTURA PARA AROS						9000
4.1	Caña lita con diametro 2.0cm (3.5M de largo)	UNI	6	1.500			9000
4	MALLAS						138000
4.1	Rolló de Malla de poliolefin de 80% DE 4X10	UNI	1	74.000			74000
4.2	Malla de tela de tull gruesa (Rojo 4.0M)	M	4	4.000			16000
4.3	Malla de tela de tull gruesa (Amarillo 4.0M)	M	4	4.000			16000
4.4	Malla de tela de tull gruesa (Verde 4.0M)	M	4	4.000			16000
4.5	Malla de tela de tull gruesa (Fucsia 4.0M)	M	4	4.000			16000
5	MATERIALES DE UNION						62900
5.1	Neumáticos (para tiras)	UNI	10	200			2000
5.2	Tomillo rosca fina de acero inoxidable 1/2" diametro	UNI	56	300			16800
5.3	Arandelas planas	UNI	56	100			5600
5.4	Tuerca grado 1/2" rosca fina	UNI	56	100			5600
5.5	Cuerda de yute 8mm	M	15	1.000			15000
5.6	Paquete de zunchos correa negro de 2.5x10cm	UNI	1	17.900			17900
6	RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO						109460
6.1	Tanque tambor plástico de 100ml	UNI	1	64.000			64000
6.2	Tubo de PVC de 1/2"	UNI	1	14.900			14900
6.3	Codo de PVC de 1/2" de 90°	UNI	2	580			1160
6.4	Válvula de PVC de 1/2"	UNI	1	5.900			5900
6.5	Tijera de arcilla 30ml	UNI	1	23.500			23500
7	EXCAVACIONES Y RELLENOS						81475
7.1	Lámpara y descapote manual	GL	1094	3.000			32820
7.2	Escavacion manual de zanja escalonada	GL	1426	3.000			42780
7.3	Escavacion manual de zanja para tanque	GL	2.35	2.500			5875
8	ZONA DE CULTIVOS						23250
8.1	Piedra caliza	KG	3	5.000			15000
8.2	Semilla para cultivo	GR	1.5	5.500			8250
TOTAL GENERAL							544085

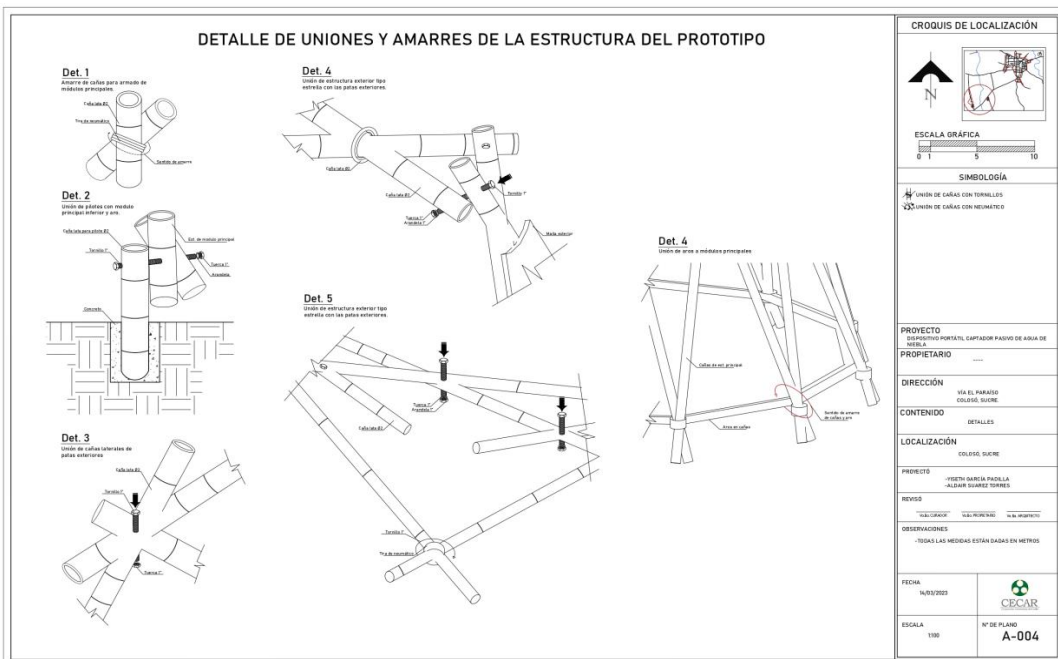
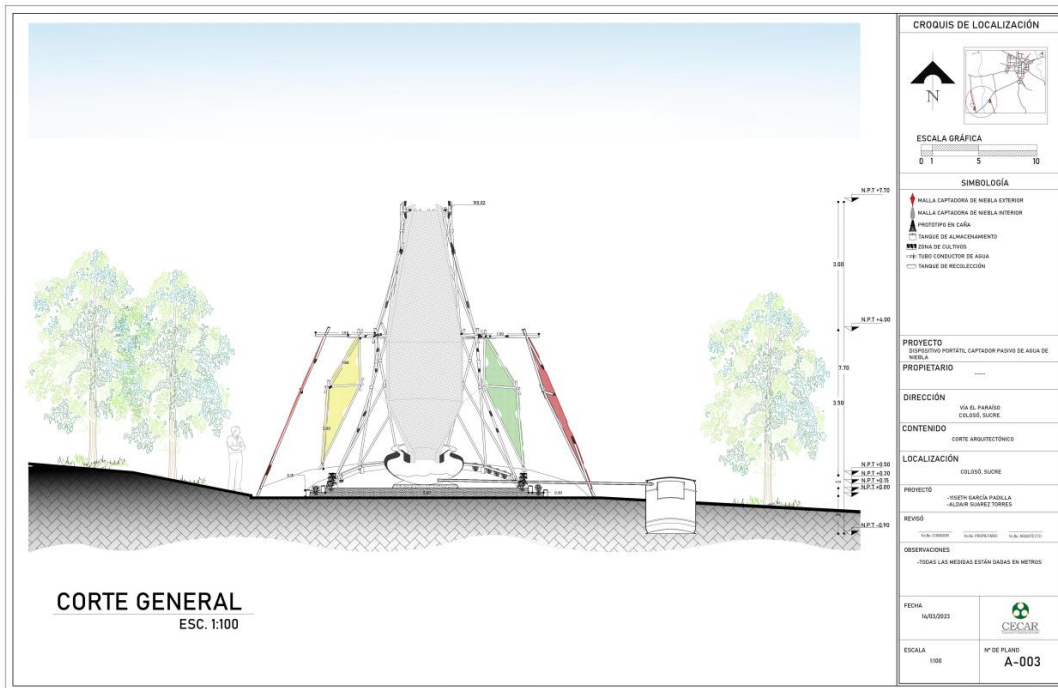
*Nota. *Elaboración propia de presupuesto para construcción del dispositivo.*

Digitacion de planos.

Figura 38

Planos arquitectónicos.





Nota. *Elaboración propia de juego de planos del dispositivo.

Modelado de dispositivo captador de niebla final.

Figura 39

Dispositivo captador de agua de niebla.



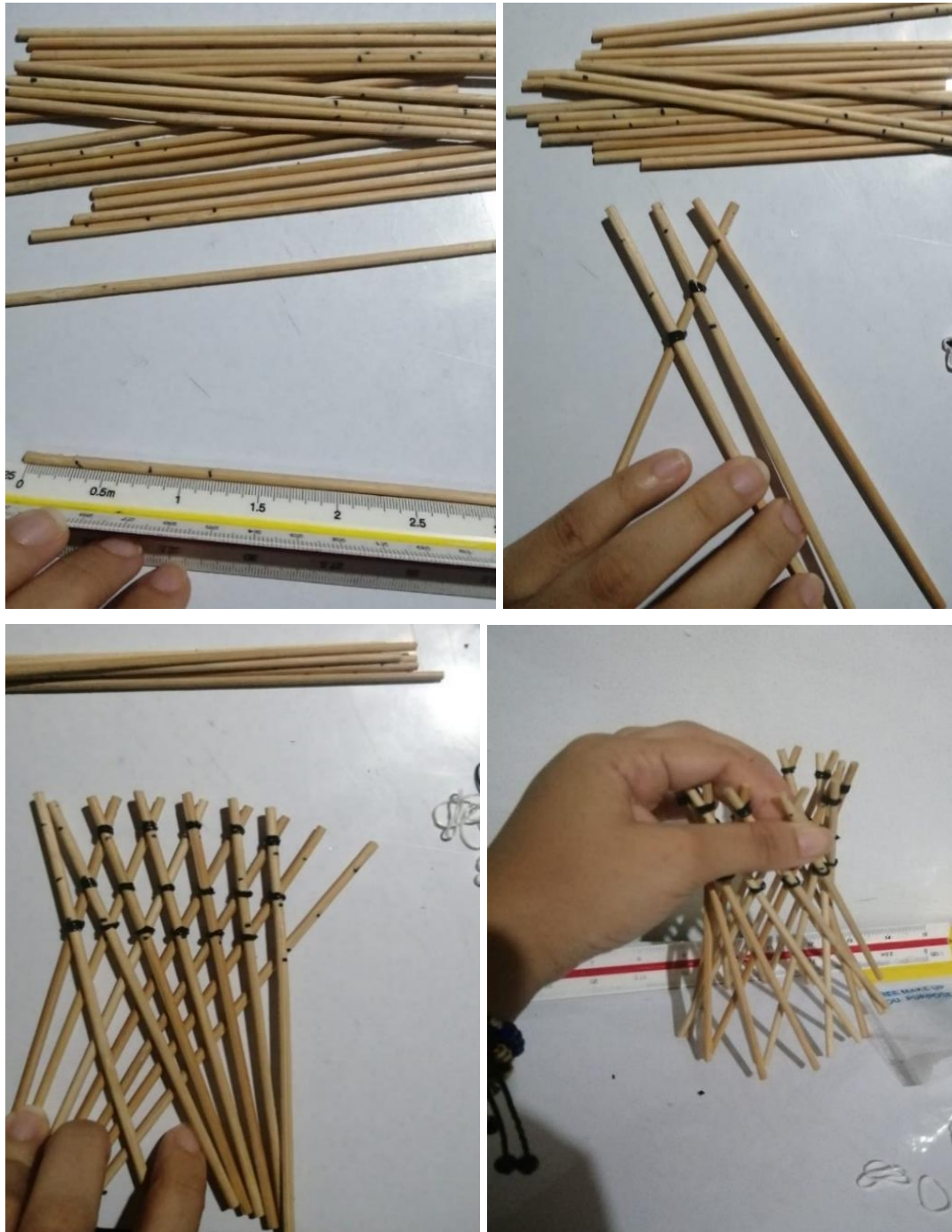
Nota. Elaboración propia de dispositivo captador de agua de niebla, implantando en el terreno.

Proceso constructivo del prototipo (paso a paso).

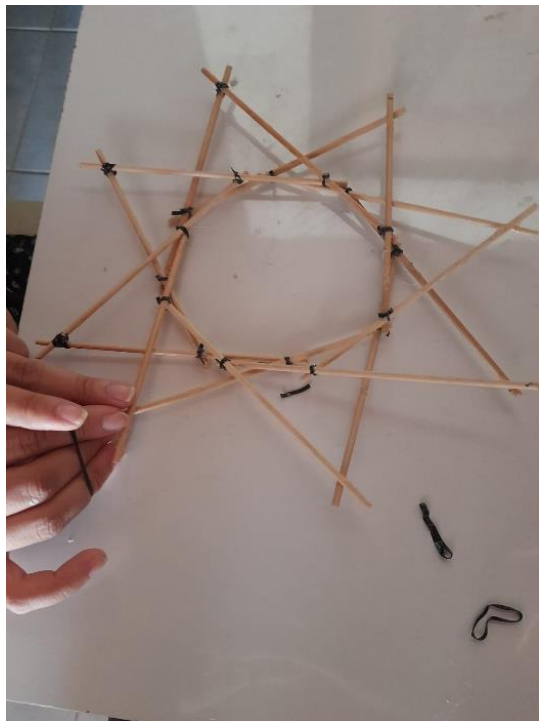
Para la ejecución y/o proyección del dispositivo portátil se hizo necesario evidenciar el proceso constructivo del mismo, uno a escala 1:25 y otro a escala 1:5, con el fin de demostrar que este dispositivo tanto en el aspecto formal como en su materialidad se pudiese construir y por ende ser funcional. Es así que, se muestra un paso a paso al momento del armado como se puede ver a continuación:

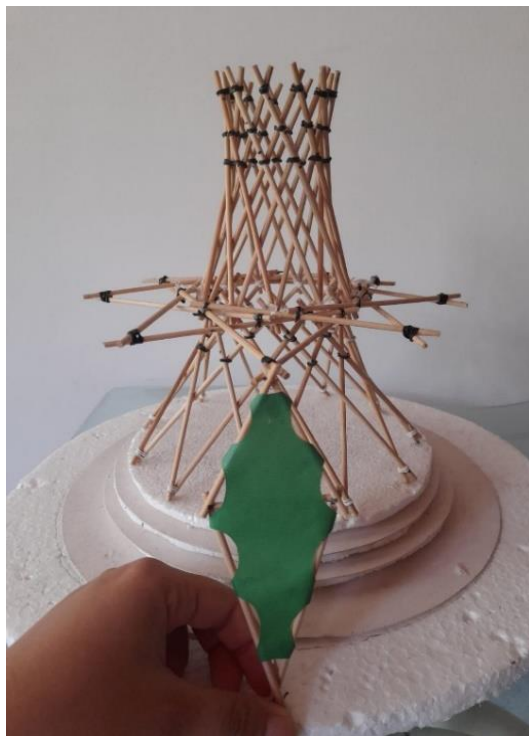
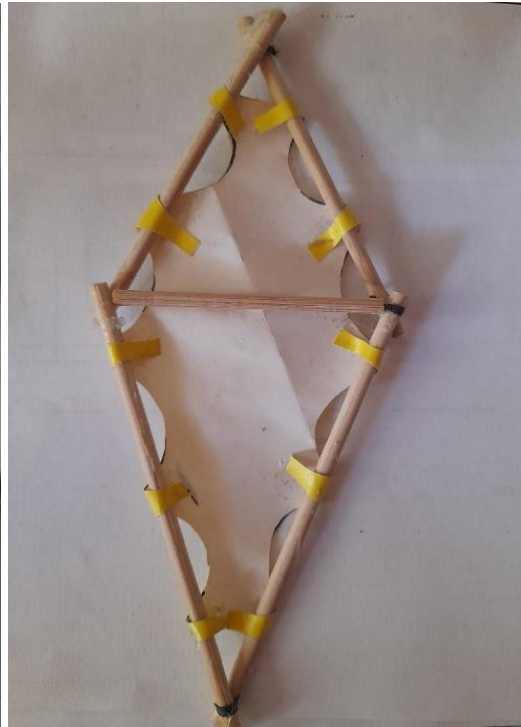
Figura 40

Proceso constructivo de maqueta de prototipo a esc. 1:25.











Nota. Elaboración propia.

Maqueta en esc: 1:5 .

- Primeramente, para la construcción del dispositivo, se utilizan cañas de corozo, también conocidas como caña lata, estas se cortan con ayuda de una segueta a una altura de 3.5m y 3.0m en una escala de 1:5, cortando en total 42 cañas; para luego estas pasar por un proceso de pelado y lijado que permitiera limpiar las cañas de los pelos puyosos que la caracterizan, facilitando la manipulación del material al momento de la construcción.

Figura 41

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia.

Seguidamente, se procede a clasificar las cañas de la misma altura, dividiendo las 42 cañas en 21 de 3.5m y 21 de 3.0m, para más tarde en secuencia de dos cañas de la misma altura ir entrecruzándolas, de tal manera que formaran diagonales en equis amarradas en 4 puntos con tiras de neumático a medida que se iban agregando cañas hasta completar las 21 de la misma altura, que al final formarían los dos módulos principales del dispositivo.

Figura 42

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia

Una vez realizado los dos módulos principales del prototipo, se procede a ejecutar lo que sería la simulación del juego de niveles manejados en el proyecto para la adaptación de la estructura del dispositivo al terreno donde se pretende implantar. Generando así a través de láminas de icopor un terreno base con niveles de 0.30cm en escala 1:5 que representarían la propuesta de huertos incluida en el diseño del proyecto en forma escalonada y visto en planta con una forma de endecágono que sigue las patas del módulo inferior principal.

Figura 43

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia.

A partir de la creación de la simulación de los niveles del terreno a través del icopor, se comienza a imitar la tierra o dar texturas, mediante el uso de aserrín con engrudo esparcido, además de crear la simulación de las piedras que hacen parte de los huertos propuestos en los niveles del proyecto.

Figura 44

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia.

Más tarde, se procede con la realización de 11 pilotes en el mismo material de la caña de corozo cortados a una altura de 0,8cm en escala 1:5, para luego continuar con el marcado y realización de los huecos en el terreno que asemejarían, las excavaciones realizadas para la incrustación de los pilotes que soportarían toda la estructura principal; con el fin de que esta pueda adaptarse a cualquier terreno, cabe resaltar que las marcaciones para determinar el sitio en el que se va a ubicar cada pilote depende de las patas del módulo principal inferior del dispositivo, que van a estar unidas a cada uno de los pilotes.

Figura 45

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia.

De la misma manera, se cortan tiras de cañas de corozo lo más delgadas posibles para obtener que estas cuenten con una flexibilidad, con el fin de desarrollar 4 anillos con radios diferentes para ser utilizados en los dos módulos de la estructura principal, logrando que ambos módulos no se cierren y mantengan una firmeza en todo el dispositivo al momento de la construcción final. Para dar forma a cada uno de estos anillos se utilizaron varias tiras de caña unidas de manera sobrepuesta, mediante el uso de zunchos que generaron su forma final. Cabe resaltar que los anillos están ubicados en la parte inferior y superior de cada módulo.

Figura 46

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, se une el módulo inferior principal con el anillo de mayor diámetro en su parte inferior y se unen estos dos elementos con los pilotes anteriormente incrustados en el terreno, mediante el amarre con zunchos en sus patas, de tal manera que cada una concordara con los 11 pilotes, generando finalmente una separación de 0.30cm entre el módulo inferior y el nivel del terreno.

Figura 47

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia.

Ya armada parte de la estructura inferior, se procede a la colocación del anillo céntrico del módulo inferior, para más tarde unir el anillo de menor diámetro con el módulo superior y sobreponer ambos módulos formando toda la estructura principal, para luego desarrollar la malla recolectora interior del dispositivo, utilizando como material la malla Rachel también conocida como poli sombra, esta malla se realiza a partir de los anillos unidos a los módulos de la estructura principal, como método de soporte la misma, es así que la malla comienza a colocarse por módulos, partiendo del anillo central al anillo superior del módulo 2 a parte del módulo 1, mediante la unión de nylon como sistema de amarre y dando forma a la malla de un tipo de embudo que direcciona las partículas captadas directamente al tanque recolector.

Figura 48

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia

Seguidamente, se realiza la construcción de una estructura exterior en forma de estrella que es la que permite dar más firmeza al dispositivo al reforzar la unión de los 2 módulos de la estructura principal, anteriormente construidos, además de ser la encargada de soportar y dar movilidad a las patas exteriores propuestas en el diseño del dispositivo. Para dicha estructura se cortan 16 cañas a un largo de 3.5m en escala 1:5, estas se utilizan para armar dos estructuras en forma de octágono al cruzar primero 8 cañas en dirección derecha uniéndolas con tornillos y cruzar otras 8 en dirección izquierda uniéndolas de la misma manera, para más tarde colocar las 2 estructuras en forma de octágono de manera sobrepuesta formando una estrella que en sus puntas se une con tiras de neumático. Esta se coloca en la parte céntrica del dispositivo uniéndola con los dos módulos de la estructura principal con ayuda de zunchos.

Figura 49

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia

De forma inmediata, se realizan las patas de la estructura exterior encargadas de captar niebla y mantener en riego el huerto escalonado propuesto en el dispositivo. Para la construcción de estas patas; primeramente, se cortan 32 cañas en total, 16 con medidas de 2.0m y 16 con medidas 2.50m, para el desarrollo de 8 patas a partir del elemento en forma de estrella anteriormente armado; es así que las patas constan de una forma en rombo, al colocar las cañas de manera entrecruzada y unir las intersecciones laterales mediante otra caña cortada con un tamaño de 3m y tornillos para darles más rigidez; mientras que en sus intersecciones inferiores y superiores se unen con ayuda de tiras de neumático. Después de armadas estas, se procede a colocar las mallas en colores captadoras de niebla, mediante el uso de nylon, para más tarde unir las patas con la estructura exterior en forma de estrella, utilizando como sistema de amarre tornillos que permiten su movilidad.

Figura 50

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.



Nota. Elaboración propia

Finalmente se agregan los detalles como la tinaja, siendo el recipiente encargado de almacenar la niebla condensada captada por el dispositivo y la simulación de los sembrados propuestos; dando como resultado la forma final del dispositivo en general.

Figura 51

Proceso constructivo de dispositivo esc. 1:5.






Nota. Elaboración propia.

4.1.5 Resultados fase 5: Testear

Para contemplar y dar a conocer a la comunidad de la vereda El Paraíso, la funcionalidad de estos sistemas de pruebas (Neblinómetros), así como poner a prueba su eficiencia y la de los materiales utilizados, se desarrolló una tabla para indicar el paso a paso para la construcción de los sistemas de pruebas. Como se puede apreciar en la tabla 18.

Tabla 18

Evidencia de paso a paso para elaboración de sistema de prueba (neblinometro)

Paso	Evidencia Fotográfica	Descripción
Paso N°1		<p>Se transportaron los materiales a la vereda El Paraíso del municipio de Colosó, donde se tenía pensada la implantación; en base a observaciones anteriormente realizadas en las visitas de campo, teniendo en cuenta la mayor altura del terreno, para la mejor captación de niebla y la no existencia de barreras vegetales que obstruyan su paso.</p>
Paso N°2		<p>Se realizó la excavación o perforación en el suelo del terreno para la implantación de los postes principales, que funcionaron como soportes de cargas para el desarrollo del neblinómetro. En este caso, la profundidad de la excavación en el suelo fue de exactamente de 70cm-15cm de diámetro para una mayor estabilidad.</p>
Paso N°3		<p>Se entrelazó la malla Raschel o poli sombra a los postes de bambú, utilizando amarres con alambre dulce para la estabilidad de la misma en las estructuras principales del neblinómetro, generando de esta manera un tejido en forma de costura al bambú. Lo que permitió limitar los movimientos de la malla producto de la interceptación de los vientos.</p>

Paso N°4



Se procedió al levantamiento de la estructura ya entrelazada con la malla, para más tarde unir con amarres de alambres un canal en tubo de PVC debajo de la malla, que permitiera captar el agua producto de la niebla condensada que generara la malla. Cabe señalar que, el canal contaba con una inclinación de 8 o 10% para un mejor desplazamiento del agua.

Paso N°5



Se instalaron tapones con pega para PVC del mismo calibre del tubo puesto como canaleta, para que estos evitarán que el agua recolectada se perdiera, y, por ende, llegara adecuadamente al elemento de almacenamiento.

Paso N°6



Finalmente, se realizó una abertura en la esquina de mayor inclinación del tubo, con el fin de unirlo con una manguera de experimento, con el objetivo de filtrar el agua hacia el recipiente de almacenamiento.

Nota. *Elaboración propia de evidencia del paso a paso seguido para la construcción del sistema de prueba (Neblinómetro) implantado en la vereda El Paraíso.

Luego del paso a paso para la construcción de los sistemas, finalmente se ejecutó el desarrollo y/o construcción de los dos sistemas de captación de niebla como pruebas para la verificación de su eficiencia-funcionalidad en temas de recolección y materialidad; mediante el aprovechamiento de los recursos naturales presentes en el entorno. No obstante, se generó

adecuadamente la construcción e implementación de estos dos sistemas ubicados en sitios distintos para ver su comportamiento, esto con ayuda de uno de los habitantes perteneciente a la vereda El Paraíso, permitiendo que este también adquiriera el conocimiento acerca de la ejecución de estos dispositivos. Como se puede apreciar en la figura 54.

Figura 52

Sistemas de prueba (Neblinómetros), implantados en sitios distintos.



Nota. *Elaboración propia de los dos sistemas de prueba de captación, con ayuda de uno de los habitantes de la vereda El Paraíso, ubicados en sitios distintos.

Antes de hablar del resultado final del rendimiento de los dos sistemas de prueba (neblinómetros) para la verificación de su eficiencia, se estudiaron las condiciones que se pudieron evidenciar a lo largo de los meses de investigación desde la fecha de su construcción, observando las variaciones físicas que tuvieron las dos estructuras, es decir, se elaboró un seguimiento por semanas sobre el comportamiento de los neblinómetros, con el fin de corroborar con exactitud las actividades de recolección. Cabe resaltar que, este año 2022, contó con una temporada bastante larga de lluvias; lo que retrasó el proceso de recolección de los neblinómetros, debido a la falta de niebla en la atmósfera producto de las constantes lluvias en el año.

Neblinómetro de prueba 1.

En este primer sistema ubicado en la parcela El Paraíso, se evidenció principalmente que los materiales utilizados para su construcción no tuvieron ningún cambio en la estructura y la malla Raschel durante los meses de prueba pese al sol y las lluvias conservo todas sus características iniciales. En lo que respecta a la captación y recolección de la niebla, en este sistema se logró recolectar en promedio mensual 60ml, esto teniendo en cuenta la alta temporada de lluvias durante la mayoría de los meses del año, lo que dificultó la captación de más cantidad de agua mediante la condensación de la niebla captada, pese a esto el sistema de prueba principal logro captar en total aprox. 166ml de agua, demostrando que si es funcional aún con un clima no favorable durante todo su tiempo de implantación, sin contar que esta situado en un lugar con una pendiente no muy alta. Estos datos se pueden apreciar en la tabla 19 y figura 55, donde se evidencia la toma de las muestras de agua recolectada.

Tabla 19

Registro de muestras de agua captada en el sistema de prueba 1

Captación Volumen de Agua x Meses de Neblinometro 1			
Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre
Semana	1 y 2	1 y 2	1 y 2
Captación (ml)	22.1ml	32.60ml	48.3ml
Semana	3 y 4	3 y 4	
Captación (ml)	29.4ml	33.90ml	
Total de meses	51.5ml	66.5ml	48.3ml
			Total general
			166.3ml

Nota. *Elaboración propia de captacion del volumen de agua por meses del neblinometro 1, donde se muestra la captación cada 2 semanas en los meses despues de la implantación.

Figura 53

Evidencia de recolección de muestras de neblinometro 1.



Nota. Elaboración propia de muestras recolectadas de la captación de niebla condensada del neblinometro 1.

Neblinómetro de prueba 2.

Este segundo sistema de prueba, ubicado en la vivienda del señor Luis, uno de los habitantes de la vereda El Paraíso, también se pudo evidenciar que los materiales utilizados para su construcción no presentan ningún cambio en su estructura, ni en la malla Raschell, igual que el primer sistema de prueba. Mientras que, en lo que respecta a captación y recolección de la niebla condensada, este sistema logró acumular un promedio de entre los 50 y los 79ml de agua mensual; es decir, un poco más que el anterior, además de captar un total en los tres meses observado de 193.35ml de agua. Pese a estar expuesto a las mismas condiciones climáticas del primer sistema de prueba, resaltando que este segundo se encontraba ubicado en un terreno mucho más elevado, mejorando su capacidad de captación. Estos datos se pueden apreciar en la tabla 20 y figura 56, donde se evidencia la toma de las muestras de agua recolectada.

Tabla 20

Registro de muestra de agua captada por neblinometro 2.

Captación Volumen de Agua x Meses de Neblinometro 2				
Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Semana	1 y 2	1 y 2	1 y 2	
Captación (ml)	24.05ml	38.2ml	52.1ml	
Semana	3 y 4	3 y 4		
Captación (ml)	38.00ml	41.00ml		
Total de meses	62.05ml	79.2ml	52.1ml	Total general 193.35ml

Nota. * Elaboración propia de captación del volumen de agua por meses del neblinometro 2, donde se muestra la captación cada 2 semanas en los meses después de la implantación.

Figura 54

Evidencia de recolección de muestras de neblinometro 2.



Nota. *Elaboración propia de muestras recolectadas de la captación de niebla condensada del neblinometro 2.

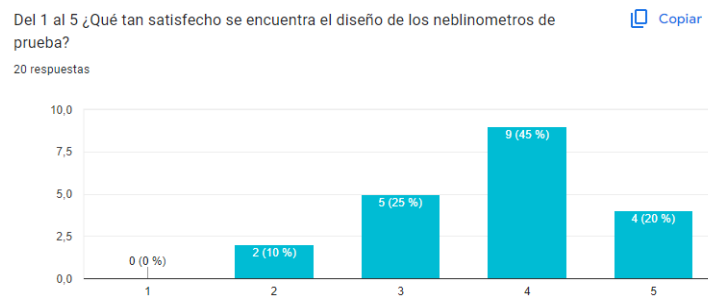
Así pues, estos resultados de implantación de este tipo de sistemas de pruebas, deja en evidencia su funcionalidad pese al estado climático al que estuvieron expuestos, siendo este poco

favorable para la captación de niebla que es escasa en épocas de lluvias; sin embargo, estos lograron recolectar agua en los pocos días soleados del año, permitiendo alcanzar el objetivo final de captación y almacenamiento, para la solución alterna a las problemáticas hídricas del sector. Además de demostrar que los materiales utilizados son resistentes a los cambios climáticos del entorno, sin dejar a un lado que también sirvieron para identificar qué características se debían mejorar al momento de construir e implantar el dispositivo final, como lo es la altura en la que se debe situar, el tamaño del dispositivo y la no obstrucción de barreras vegetales para contar con un mayor porcentaje de captación de niebla.

Finalmente, con base en las entrevistas realizadas, con el fin de conocer las opiniones de las personas frente a la construcción de los neblinómetros de prueba, con el propósito de verificar la forma, funcionalidad y materialidad del dispositivo propuesto, se obtuvieron los resultados vistos en la figura 57.

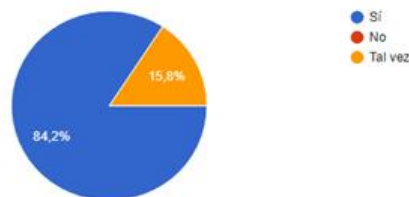
Figura 55

Resultado de preguntas formuladas para entrevista de percepción de neblinómetros.



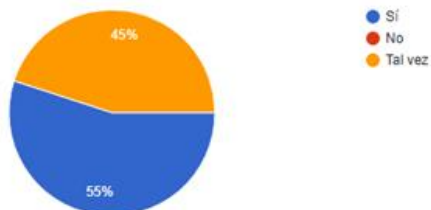
¿Consideras que los materiales utilizados en la construcción del neblinómetro, pueden conseguirse fácilmente?

19 respuestas



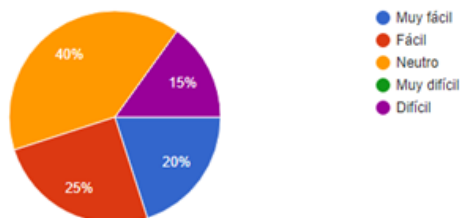
¿Considera usted que los neblinómetros podrían satisfacer sus necesidades hídricas a futuro?

20 respuestas



¿Cómo calificas el armado y construcción de los neblinómetros?

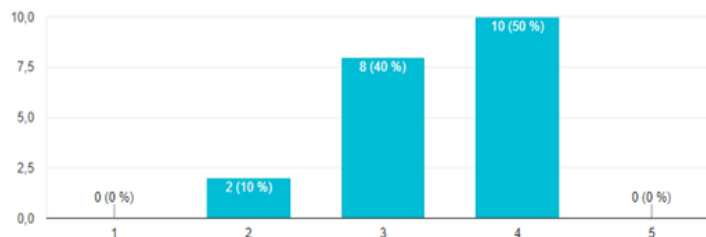
20 respuestas



Del 1 al 5 ¿Cómo calificaría el funcionamiento de los neblinómetros?

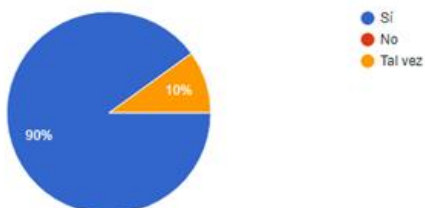
[Copiar](#)

20 respuestas



¿Considera importante el fácil manejo que tiene la estructura de los neblinómetros, para transportarla de un lugar a otro?

20 respuestas



Nota. Elaboración propia de resultado de preguntas para verificación planteadas en las entrevistas realizadas al grupo de habitantes de la Vereda el Paraíso.

Se puede decir, que en preguntas relacionadas con la satisfacción de las personas frente a los dispositivos de prueba y su forma se obtuvieron resultados positivos con un 85% de satisfacción, evidenciando la acogida de la población acerca de la idea planteada en el sector El Paraíso. Mientras que, en consideración de preguntas relacionadas con la materialidad y accesibilidad de los mismos, casi que en un 90%, la población los considerada amigables ante el medio ambiente, guardando estos una armonía con el entorno, así como la fácil obtención de los mismos por ser materiales propios de la zona. En preguntas relacionadas con funcionalidad de los dispositivos, los habitantes la calificaron con un 60% con base en recomendaciones como mejorar su capacidad de almacenamiento o ubicar estos en sitios específicos donde los dispositivos pudieran captar mucha más niebla. Además, en temas como la estructura, fácil manejo y recomendación, se obtuvieron resultados que se pueden considerar positivos con porcentajes entre el 60% y 85%, en base a la fácil manipulación de la estructura de un lugar a otro, la recomendación respecto a la utilización de este tipo de sistemas en otros municipios o comunidades que cuenten esta misma problemática, entre otros. Sin embargo, también se obtuvieron uno que otros puntos de vista, a modo de recomendación por parte de los habitantes ante el mejoramiento del dispositivo.

Basándose en todo lo anterior, cabe resaltar que se obtuvieron resultados positivos para la construcción del dispositivo final planteado en la vereda El Paraíso; ya que queda en evidencia que existe un gran porcentaje de satisfacción frente a la funcionalidad de los dispositivos de prueba, así como en lo que respecta a su forma, fácil armado y accesibilidad a los materiales utilizados, entendiendo que los habitantes de la población se encuentran en un estado de asertividad en lo que respecta a las nuevas ideas planteadas como solución alternativa a la problemática hídrica existente en el territorio, aceptando de alguna manera que existen opciones más sostenibles y sencillas, que pueden ayudar a mejorar su calidad vida.

Estos resultados permitieron tener más claridad en lo que respecta a las mejoras que podría tener el dispositivo, así como a tener en cuenta aspectos que ayudarían a potencializar la propuesta y con este el desarrollo del territorio.

Conclusiones

Las nuevas tecnologías para la captación pasiva de agua de niebla, sin duda alguna se han convertido en la actualidad, en una de las alternativas más viables frente a la creciente problemática de la carencia de agua en muchos territorios a nivel mundial, esto debido a su sencillez, economía y eficiencia al momento de ser implantadas en los territorios; sirviendo como un instrumento mejorador de la calidad de vida de las poblaciones, principalmente en épocas de sequía.

Lo que deja a la vista, que el aprovechamiento de la niebla, a pesar de ser poco común para la captación de agua, es una gran alternativa de recolección que reduce en gran medida el impacto sobre el medio ambiente, frente a métodos más conocidos y poco sostenibles. Siendo un instrumento innovador que al pasar de tiempo y con las nuevas investigaciones respecto al tema ha ido mejorando, buscando una mayor eficiencia y brindando una mayor calidad en la captación y obtención del recurso hídrico, tan importante como lo es el agua. Además, de lograr resultados más eficientes, que cada vez hacen énfasis en la mejora de la calidad vida de muchos sectores rurales que en algún momento habían quedado en el olvido.

Es por esto, que este trabajo se planteó bajo la propuesta del dispositivo portátil implementada en el municipio de Colosó-Sucre; ya que además de ser una alternativa de abastecimiento para el riego de cultivos, consumo animal y consumo humano frente a un adecuado tratamiento, también es vista como una oportunidad de aprovechamiento de los recursos naturales existentes en el municipio y un generador de desarrollo sostenible a futuro para la población y con este la oportunidad de un posible crecimiento tanto económico como social del territorio. Entendiendo principalmente las técnicas básicas para el proceso constructivo, así como las problemáticas específicas del municipio, para llegar al resultado final que de una forma u otra satisfaga las necesidades existentes de los usuarios, minorando la problemática que han tenido desde hace muchos años y generando en estos el agrado por la funcionalidad eficiente del prototipo.

Referencias

- Abierta, V. (2018, 21 diciembre). Comunidades de los Montes de María luchan por su derecho al agua. *VerdadAbierta.com*. <https://verdadabierta.com/comunidades-de-los-montes-de-maria-luchan-por-su-derecho-al-agua/>
- Aguilar, N. P. (2011, septiembre). *Tecnología para la recolección de agua de niebla*. https://www.researchgate.net/publication/257199788_tecnologia_para_la_recoleccion_de_agua_de_niebla
- Bautista, M. S. (2019). *Evaluación de la malla atrapaniebla como método alternativo para mejoramiento de la oferta hídrica, sus usos potenciales y la gobernanza del agua. estudio de caso: estación atrapaniebla colegio Agustín Fernández sede – c. barrio santa Cecilia, Usaquéen*. [Trabajo de grado. Universidad del Bosque]. https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2768/Quinche_Bautista_Manuel_Sebasti%C3%A1n_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Brillembourg, V. T. L. E. (2019, 10 octubre). *Atrapanieblas – obteniendo agua de la niebla – Rafael Salgado Garciglia*. <https://davidbrillembourg.wordpress.com/2019/10/10/david-brillembourg-atrapanieblas-obteniendo-agua-de-la-niebla-rafael-salgado-garciglia/>
- Brown, P. S., & Bhushan, B. (2016). Bioinspired materials for water supply and management: water collection, water purification and separation of water from oil. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2073). <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0135>.
- Bustamante, M. (2020, 3 octubre). *En 19 municipios de Sucre consumen agua de mala calidad*. <https://www.elheraldo.co/sucre/en-19-municipios-de-sucre-consumen-agua-de-mala-calidad-763197>

Buey, F. (2004). *Sostenibilidad: palabra y concepto*.
<https://www.culturaydeporte.gob.es/dam/jcr:c0de2191-6add-40a9-84c3-85c2f63991a9/sostenibilidad-palabra-concepto.pdf>

Castellanos, A. I., & Martínez, P. A. (2020). Educación en Arquitectura: Transiciones hacia el Desarrollo Sostenible. *Procesos urbanos*. <https://doi.org/10.21892/2422085x.493>

Colmenero Búzali, E. Á. (s. f.). *Arquitectura sostenible, concepción y caso de estudio*.
<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/25122/1/6-ArquitecturaSostenible.pdf>

Cueva, D. R. (2020). *Estructuras desplegadas aplicadas al diseño de arquitectura efímera para las ferias desarrolladas en explanada de la plaza Huamanmarca, Huancayo - 2018*. [Trabajo de grado. Universidad Continental].
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8000/3/IV_FIN_106_TE_Culcas_Cueva_2020.pdf

Crespo-Pérez, I. (s.f.). *Desmontabilidad y rigidez: Estructuras desplegadas y espaciales fijas*. [Trabajo de grado. Universidad Politécnica de Madrid].
https://oa.upm.es/47494/1/TFG_Crespo_Perez_Irene.pdf

Díaz, M. A. (2014). La economía de los Montes de María. *Economía & Región*.
<https://revistas.utb.edu.co/economiayregion/article/view/64>

Dueñas-Rodríguez, P. A. (2021, mayo). *Prototipo recolector de niebla en zonas rurales de Tuta Boyacá*. [Trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia].
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26722/1/Trabajo%20de%20grado%20>

%20Prototipo%20recolector%20de%20niebla%20en%20zonas%20rurales%20de%20Tuta%20Boyac%C3%A1.pdf

EcoInventos, R. (2022, 30 octubre). Warka Water. La torre de bambú que produce hasta 100 litros de agua al día. *Ecoinventos*. <https://ecoinventos.com/warkawater/>

Equipo, M. (2010, 25 diciembre). Agua a partir de la niebla costera. *Mi Huella de Carbono*. <https://www.mihuella.cl/2010/12/25/agua-a-partir-de-la-niebla-costera/>

Escuela Técnica Superior de Edificación. Universidad Politécnica de Madrid. (s. f.). Paraboloides e Hiperboloides. GeoLab. *Web de Geometría ETSEM*. <http://www.edificacion.upm.es/geometria/JPA/Hiperboloide%20hiperbolico.html>

Español, A. C. (2022, 20 abril). *Causas y consecuencias de la escasez de agua en el mundo*. ACNUR. https://eacnur.org/blog/escasez-agua-en-el-mundo-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/

Expok. (2018). ¿Qué es un atrapanieblas? *ExpokNews*. <https://www.expoknews.com/que-es-un-atrapanieblas/#:~:text=Un%20atrapanieblas%20es%20una%20estructura,el%20tama%C3%B1o%20suficiente%20para%20precipitarse.>

Franco, J. T. (2017, 14 septiembre). *Proyecto WARKA: Torres de bambú que recogen agua potable del aire*. *ArchDaily Colombia*. <https://www.archdaily.co/co/02-351457/proyecto-warka-torres-de-bambu-que-recogen-agua-potable-desde-el-aire>

Fontcuberta, M. B. (2014, 10 diciembre). *La arquitectura sostenible Nuevas iniciativas en el uso de los materiales*. <https://www.fertbatxillerat.com/wp-content/uploads/Briones-Marta-La-arquitectura-sostenible.pdf>

Gallardo Frías, L. (2011). *Lugar / no - lugar / lugar en la arquitectura contemporánea*.
https://oa.upm.es/10903/1/laura_gallardo_frias.pdf

Gamboa, H., Ramírez, A., & Carvajal, O. (2020). *Recolección de Agua Atmosférica para la Subestación Nueva Esperanza de EPM en el terreno Canoas Minas en la vereda Charquito, de Soacha Cundinamarca*. [Trabajo de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD].
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34374/hmgamboar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guzmán, M., & César, C. (2020). Diseño de cubiertas plegables experimentales bajo factores de cargas de viento y sismo. *Procesos urbanos*. <https://doi.org/10.21892/2422085x.502>

Henao, S. (2021, marzo). *El design thinking y el mapa de empatía*. [Tesis de grado. Universidad EAFIT].
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/29578/JuanDavid_HenaoSanta_2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Jiménez-Arévalo, C. (2018). *Diseño Biomimético: Modelización arquitectónica inspirada en la naturaleza*. https://oa.upm.es/52147/1/TFG_Jimenez_Arevalo_Carlos.pdf

Jiménez, M. I. K. (2013, 1 enero). *Propuesta de turismo activo experiencial para el municipio de Colosó, Sucre / CORE Reader*. [Trabajo de grado. Universidad Tecnológica de Bolívar].
<https://core.ac.uk/reader/335269750>

Knapczyk-Korczyk, J., Szewczyk, P. K., Ura, D. P., Bailey, R. J., Bilotti, E., & Stachewicz, U. (2020). Improving water harvesting efficiency of fog collectors with electrospun random and aligned Polyvinylidene fluoride (PVDF) fibers. *Sustainable Materials and Technologies*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2020.e00191>

- Martínez, L. (2011, 30 diciembre). El encanto de las piscinas de Colosó (Sucre). *El Tiempo*.
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-5056014>
- Martínez, S. G. (2016). *Diversidad de briófitos en los montes de maría, Colosó (Sucre, Colombia)*.
[Tesis de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<https://www.redalyc.org/journal/4239/423943446003/html/>
- Martínez, A. G. (2019, 16 abril). Departamento de Sucre. *todacolombia.com*.
<https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/sucre/index.html>
- Mendoza, C. (2014, noviembre). Criterios metodológicos para la definición de sistemas de
captación de aguas con base en lluvia horizontal.
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Atrapanieblas%20B.%20Mendoza%20F.%20Casta%20C3%B1eda.pdf>
- Mi Señal Colombia. (2022, 7 junio). Las características del frailejón y las 5 cosas que no sabías de
estas plantas. *Mi Señal Colombia*. <https://www.misenal.tv/noticias/caracteristicas-del-frailejon>
- Muñoz, L. (2020). *Evaluación de la viabilidad de la utilización del agua atmosférica en la ciudad
de Villavicencio, Meta*. [Trabajo de grado. Universidad Santo Tomás].
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30563/2020linamu%20C3%B1oz.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.
- Nexosarquisucr. (2016, 6 octubre). Dibujando el sentido de lugar como herramienta de diseño.
WordPress.com. <https://nexosarquisucr.wordpress.com/2016/10/06/dibujando-el-sentido-de-lugar-como-herramienta-de-diseno/>

- Nirian, P. O. (2022, 24 noviembre). Sostenibilidad. *Economipedia*.
<https://economipedia.com/definiciones/sostenibilidad.html>
- Pérez, C. A. (s. f.). 16 E Pajares Perú Hoy Julio 2014. *Scribd*.
<https://es.scribd.com/document/256558285/16-E-Pajares-Peru-Hoy-Julio-2014>
- Quiroz, E. (2012, March 23). Preocupa calidad del agua en municipios de Sucre. *El Universal*.
<https://www.eluniversal.com.co/regional/preocupa-calidad-del-agua-en-municipios-de-sucre-70076-MUeu152439>
- Red Nacional de Agencias de Desarrollo Local Convenio 0592-2012 (2013). *Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación de Sucre*.
<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/pedcti-sucre.pdf>
- Santos, G. M. D., & Pereira, M. A. D. R. (2017). Design participativo para la innovación social. *Procesos urbanos*. <https://doi.org/10.21892/2422085x.353>
- Semana. (2020, febrero 12). 55 municipios registran desabastecimiento de agua potable por sequía. *Revista Semana*. <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/55-municipios-registran-desabastecimiento-de-agua-potable-por-sequia/48572/>
- Torreblanca, D. A. (2018). *Biomimética y diseño*. Universidad Pontificia Bolivariana.
<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4263/Biomimetica%20y%20dise%C3%B1o.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- United Nations. (s.f) Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano. *Naciones Unidas*.
[https://www.un.org/es/global-issues/water#:~:text=2%20000%20millones%20de%20personas%20viven%20en%20pa%C3%ADses%20que%20sufren,reutilizadas%20\(UNESCO%2C%20201](https://www.un.org/es/global-issues/water#:~:text=2%20000%20millones%20de%20personas%20viven%20en%20pa%C3%ADses%20que%20sufren,reutilizadas%20(UNESCO%2C%20201)

United Nations. (s. f.). Apoyar el desarrollo sostenible y la acción climática. *Naciones Unidas*.
<https://www.un.org/es/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action>

Anexos

Evidencia de reconocimiento de zona de estudio





- **Instrumento base de entrevista realizada a los habitantes de la vereda El Paraíso para conocer las problemáticas de la población.**

19/5/23, 23:11

Implementación de prototipo para la captación pasiva de agua de niebla en Colosó, Sucre

Implementación de prototipo para la captación pasiva de agua de niebla en Colosó, Sucre

El propósito de la siguiente encuesta es conocer la necesidad que tienen los habitantes del municipio de Coloso ante el recurso hídrico y comprender las opiniones de los mismos antela implementación de un prototipo para la captación pasiva de agua de niebla, como una posible solución a la problemática.

1. Ingrese su nombre *

1. ¿Cuál es la principal fuente de abastecimiento de agua del municipio? Puede marcar varias opciones si lo cree necesario.

- Lagos y lagunas
- Agua de lluvia Aguas
- subterráneasRíos y
- riachuelos
- Manantiales
- Todas las anteriores

2. ¿Cómo considera usted que es el suministro de agua en el municipio?

- Buena
- Mala
- Regular
- Pésima

1. ¿Con que frecuencia se abastece el municipio de agua?

- Diariamente Día
- por medio Cada
- 2 o 3 días
- Semanal
- Mensual
- Otro: _____

19/5/23, 23:11

Implementación de prototipo para la captación pasiva de agua de niebla en Colosó, Sucre

2. ¿En épocas de sequía el municipio tiende a carecer continuamente de agua?

Sí

No

3. ¿Qué actividades se ven afectadas por la falta de agua en épocas de sequía en el municipio?

Consumo humano

Siembra de cultivos

La cría de animales

Desaparición de especies vegetales

Todas las anteriores

4. ¿Cree usted que es necesario contar con una fuente de abastecimiento de agua alterna a la que ya tiene?

Sí

No

Tal vez

5. ¿Alguna vez usted ha escuchado hablar de dispositivos portátiles que sirven para recolectar niebla y convertirla en agua, que es utilizado para el consumo u otras actividades humanas?

Nunca

Alguna vez

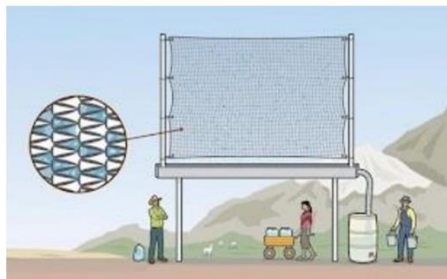
Varias veces

Dispositivo captador de agua de niebla o atrapa nieblas

Es una estructura con una malla que recolecta la humedad del ambiente producto de la neblina y el viento en la atmosfera, para luego condensar las partículas y extraer agua. Que sirve para ser almacenada y utilizada para el abastecimiento de las personas en el consumo humano y diversas actividades como la agricultura y la pecuaria.

19/5/23, 23:11

Implementación de prototipo para la captación pasiva de agua de niebla en Colosó, Sucre



6. Ahora que sabe que es el dispositivo captador de niebla, ¿piensa usted que este dispositivo sería de gran ayuda en el municipio?
- Sí
- No
- Tal vez
7. ¿Qué le parece la idea de instalar un dispositivo de este tipo en el municipio?
- Buena Mala
- Regular
-
8. ¿Para qué fines podría utilizar el agua que recolectaría el dispositivo en caso de que sea instalado en su comunidad?
- Riego de cultivos
- Consumo Actividades del hogar
- Actividades de ganadería
- Todas las anteriores
9. ¿Cree usted que este dispositivo es innovador y ayudaría a la sostenibilidad y desarrollo del municipio?
- Si
- No
- Tal vez

19/5/23, 23:11

Implementación de prototipo para la captación pasiva de agua de niebla en Colosó, Sucre

10. ¿Tiene alguna sugerencia al respecto del dispositivo?

- Si
- No

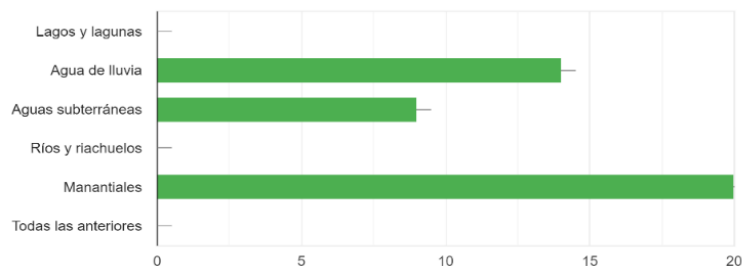
11. Como califica la innovación en la propuesta del prototipo siendo 5 la más alta

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

- **Resultado de la entrevista realizada a los habitantes de la vereda El Paraíso para conocer las problemáticas de la población.**

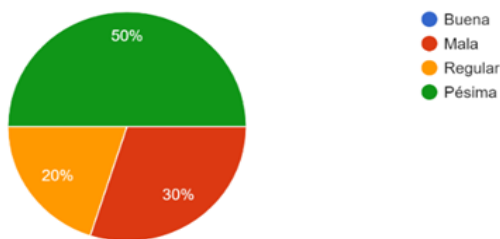
1. ¿Cuál es la principal fuente de abastecimiento de agua del municipio? Puede marcar varias opciones si lo cree necesario.

20 respuestas



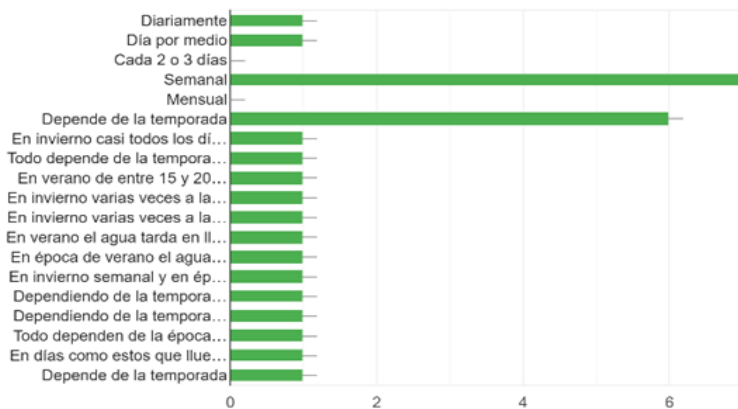
2. ¿Cómo considera usted que es el suministro de agua en el municipio?

20 respuestas



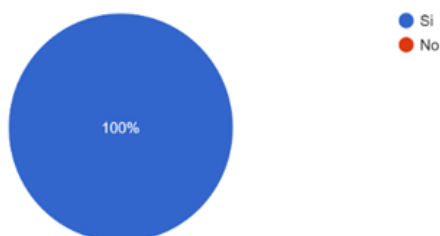
3. ¿Con que frecuencia se abastece el municipio de agua?

20 respuestas



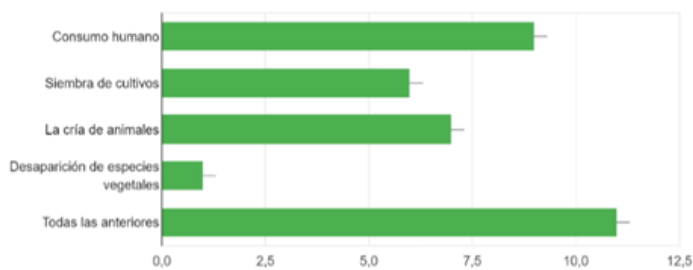
4. ¿En épocas de sequía el municipio tiende a carecer continuamente de agua?

20 respuestas



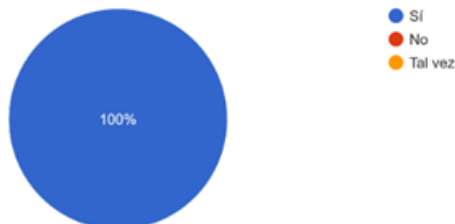
5. ¿Qué actividades se ven afectadas por la falta de agua en épocas de sequía en el municipio?

20 respuestas



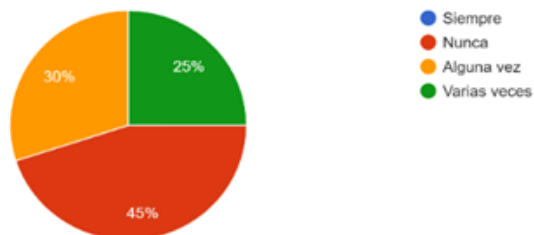
6. ¿Cree usted que es necesario contar con una fuente de abastecimiento de agua alterna a la que ya tiene?

20 respuestas



7. ¿Alguna vez usted ha escuchado hablar de dispositivos portátiles que sirven para recolectar niebla y convertirla en agua, que es utilizado para el consumo u otras actividades humanas?

20 respuestas



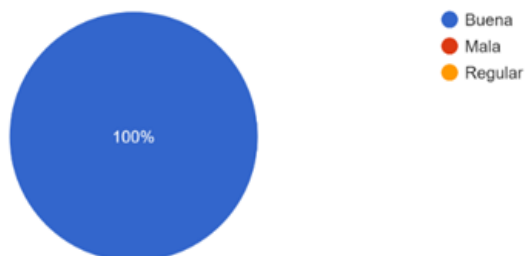
8. Ahora que sabe que es el dispositivo captador de niebla, ¿piensa usted que este dispositivo sería de gran ayuda en el municipio?

20 respuestas



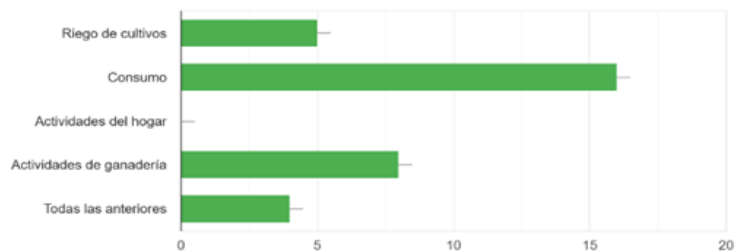
9. ¿Qué le parece la idea de instalar un dispositivo de este tipo en el municipio?

20 respuestas



10. ¿Para qué fines podría utilizar el agua que recolectaría el dispositivo en caso de que sea instalado en su comunidad?

20 respuestas



- **Instrumento base para entrevista realizada a los habitantes de la vereda El Paraíso para conocer las opiniones frente a la construcción de los neblinómetros.**

19/5/23, 23:13

Verificación de opiniones acerca de los neblinómetros

Verificación de opiniones acerca de los neblinómetros

Este cuestionario se realiza con el fin de conocer que piensa la comunidad respecto a los neblinómetros de prueba implantados en la Vereda El Paraíso.

1. Nombre *

2. Edad

Neblinómetros de prueba implantado en la vereda El Paraíso.



1. Del 1 al 5 ¿Qué tan satisfecho se encuentra el diseño de los neblinómetros de prueba?

1

2

3

4

5

19/5/23, 23:13

Verificación de opiniones acerca de los neblinómetros

2. ¿Consideras que los materiales utilizados en la construcción del neblinómetro, pueden conseguirse fácilmente?
 Sí
 No
 Tal vez

3. ¿Considera usted que los neblinómetros podrían satisfacer sus necesidades hídricas a futuro?
 Sí
 No
 Tal vez

4. ¿Cómo calificas el armado y construcción de los neblinómetros?
 Muy fácil
 Fácil
 Neutro
 Muy difícil
 Difícil

5. Del 1 al 5 ¿Cómo calificaría el funcionamiento de los neblinómetros
1
2
3
4
5

6. ¿Considera importante el fácil manejo que tiene la estructura de los neblinómetros, para transportarla de un lugar a otro?
 Sí
 No
 Tal vez

19/5/23, 23:13

Verificación de opiniones acerca de los neblinómetros

7. ¿Qué es lo que más te gusta de los neblinómetros de prueba? Marque 1 o más opciones según considere.

- Su forma
- Facilidad de construcción
- El fácil acceso a los materiales utilizados
- Su funcionalidad
- Todas las anteriores

8. ¿Recomendaría la construcción de más neblinómetros en el municipio?

- Sí
- No
- Tal vez

9. ¿Considera que los materiales utilizados en neblinómetros de prueba son amigables con el medio ambiente?

- Sí
- No
- Tal vez

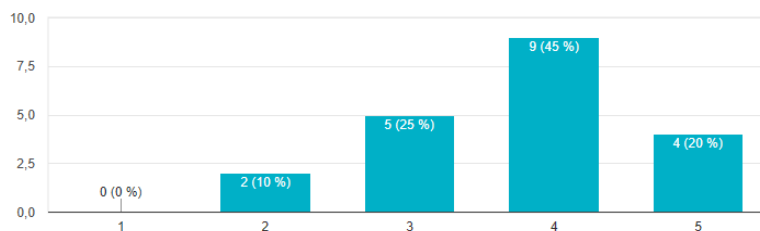
10. ¿Tiene algún comentario o sugerencia al respecto de los neblinómetros? si su respuesta es sí, describa el ¿por qué?

- **Resultado de la entrevista realizada a los habitantes de la vereda El Paraíso para conocer las opiniones frente a la construcción de los neblinómetros.**

Del 1 al 5 ¿Qué tan satisfecho se encuentra el diseño de los neblinómetros de prueba?

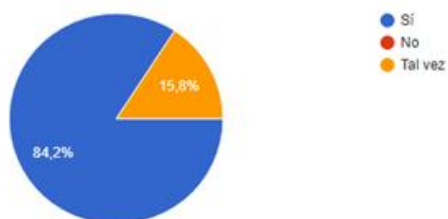
 Copiar

20 respuestas



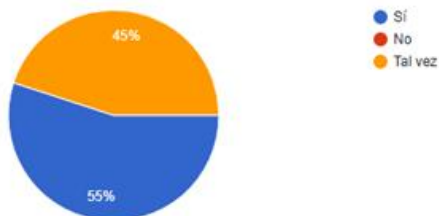
¿Consideras que los materiales utilizados en la construcción del neblinómetro, pueden conseguirse fácilmente?

19 respuestas



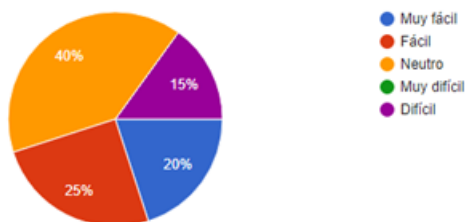
¿Considera usted que los neblinómetros podrían satisfacer sus necesidades hídricas a futuro?

20 respuestas



¿Cómo calificas el armado y construcción de los neblinómetros?

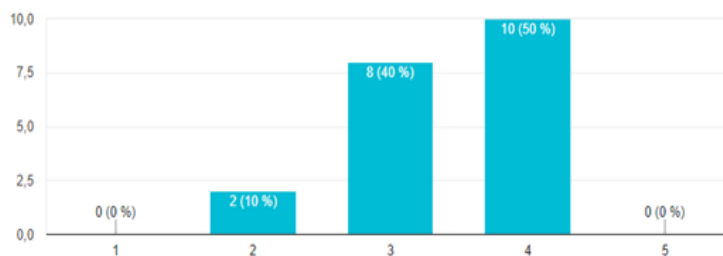
20 respuestas



Del 1 al 5 ¿Cómo calificaría el funcionamiento de los neblinómetros?

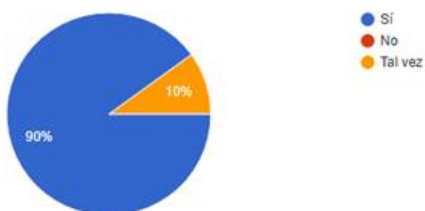
[Copiar](#)

20 respuestas



¿Considera importante el fácil manejo que tiene la estructura de los neblinómetros, para transportarla de un lugar a otro?

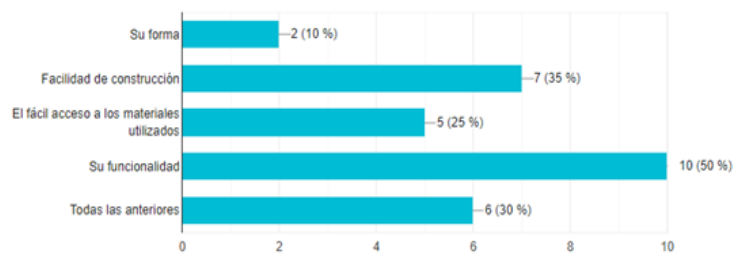
20 respuestas



¿Qué es lo que mas te gusta de los neblinómetros de prueba? Marque 1 o mas opciones según considere.

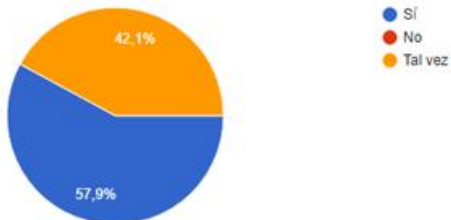
[Copiar](#)

20 respuestas



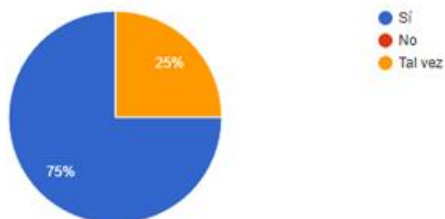
¿Recomendaría la construcción de mas neblinómetros en el municipio?

19 respuestas



¿Considera que los materiales utilizados en neblinómetros de prueba son amigables con el medio ambiente?

20 respuestas



• Evidencia de recoleccion de entrevistas.



- Evidencia de proceso constructivo de neblinómetros.





- **Evidencia de la construcción del prototipo final.**









- Evidencia de juegos de planos del prototipo final.

