



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria
de Colombia

**LA U VERDE
DE COLOMBIA**

Personería Jurídica No. 2599
del 13 de marzo de 1986,
Ministerio de Educación Nacional

**Propuesta de utilización de un sistema de condensación de agua para regiones
rurales de Yopal, Casanare, por condensación hídrica atmosférica, para consumo
animal**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

BOGOTÁ D.C.

2023



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria
de Colombia

**LA U VERDE
DE COLOMBIA**

Personería Jurídica No. 2599
del 13 de marzo de 1986,
Ministerio de Educación Nacional

**Propuesta de utilización de un sistema de condensación de agua para regiones
rurales de Yopal, Casanare, por condensación hídrica atmosférica, para consumo
animal**

Nombres: Jonathan Steven Beltrán Hernández

Estudiante del Programa de Mecatrónica

Correo electrónico Beltran.jonathan@uniagraria.edu.co

**Director: José Fernando Peña, director de la Especialización en Seguridad
industrial, higiene y gestión ambiental**

pena.josefer@uniagraria.edu.co

Modalidad: MONOGRAFIA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

BOGOTÁ D.C.



2023

Contenido

1. CAPÍTULOS.....	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Planteamiento del problema	5
1.3. Formulación del problema	10
1.4. Justificación	10
1.5. Objetivos.....	12
1.5.1. Objetivo General.....	12
1.5.2. Objetivos Específicos.....	12
1.6. Marco de Referencia	13
2. Diseño Metodológico.....	19
3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	22
4. BIBLIOGRAFÍA.....	25



1. CAPÍTULOS

1.1. Antecedentes

El agua es un recurso muy importante para la vida y desde el punto de vista humano tanto para la vida, la industria y el desarrollo es tan importante como el capital y la labor humana, existe un dicho militar la cual es una frase de Napoleón Bonaparte que dice: "Los ejércitos marchan sobre sus estómagos" no solo por sus raciones de alimentos sino también con su consumo de líquido vital esto también siendo conocimiento común con el desarrollo laboral de la humanidad.

Hablando continentalmente desde Sudamérica al cual se refieren como el pulmón del mundo por sus riquezas tanto hídricas como vegetales, con un amplio rango de variaciones geológicas y ambientales, tomando en cuenta que una de las características de las selvas sudamericanas son su amplia disponibilidad hídrica no solo por sus extensiones de ríos, incluyendo la capacidad de suministrar humedad ambiental por su capacidad de retención ambiental.

El recurso hídrico en Colombia está sujeto a diferentes situaciones como la localización de las diferentes regiones en el país, y desde proyectos de 2018 a 2022 que se orientaba a la recolección, uso y gestión de aguas lluvias para ayudar con la demanda.

Se enfoca en el uso del agua lluvia para la eficiencia y el ahorro del agua con especial interés en satisfacer la demanda en zonas con alta de esta, con el objetivo de aumentar la disponibilidad de recursos hídricos, mejorando la calidad de vida y reducir



los riesgos relacionados con la ausencia de este importante recurso tomando esta información desde el ministerio de ambiente con un programa de gestión integral del recurso hídrico.

1.2. Planteamiento del problema

En Colombia pese a ser un país tan rico hídricamente existen lugares con poco o nulo acceso al recurso hídrico. En el Casanare pese a ser una zona poblada de gran importancia para el sector ganadero, agrario y petrolero, no se puede asegurar el acceso al agua, aunque fuera apta para la agricultura mucho menos para el consumo humano ni animal. (Jasmine Cozic, s.f.)

Con esto en mente desde el punto de vista industrial en (Ministerio de comercio, 2022) el Casanare se encuentran radicadas legalmente una aproximado de 11000 empresas de diferente índole desde agroindustrias, petroleras, construcción e industrias manufactureras.

El Casanare tiene unos límites en la zona sur con el río Meta que presenta un acceso limitado a una parte del departamento y por su frontera con la zona de Boyacá y su cercanía con el parque nacional natural el Cocuy se entendería que esa zona tiene acceso al agua, pero existen lugares desde la zona de trinidad hasta Puerto Rondón hasta el límite de acceso al inicio del río meta por las condiciones geológicas se presentan dificultades para este mismo acceso.

En lugares de Colombia donde existen condiciones de bajas precipitaciones y alta radiación solar durante largos periodos del año, pueden generarse temporadas de sequía



severa, pero, posiblemente se cuenta con otros recursos aprovechables como en los llanos orientales colombianos.

En las regiones de Casanare como el municipio de Yopal cumplen ya más de 10 años desde el colapsó de la planta de tratamiento de agua potable con inversión de 140 Billones de pesos en planes de contingencia que no han entrado en funcionamiento y se necesita más de 40 Billones en inversión para finalizar la producción (RODRÍGUEZ, 2021) por lo que se presenta necesidad de proyectos de recolección de agua además se encuentran precedentes sobre la tala de los bosques y el calentamiento global en los llanos, producen resecamiento en las zonas de pozos, debido a las intensas temperaturas, que van entre 18° a 36° Celsius (Ministerio de comercio, 2022) y que comenzó en diciembre del 2013 y no ha parado desde entonces. Muchas voces indignadas en las redes sociales han manifestado que la Gobernación del Casanare y el estado colombiano no han hecho nada durante estos últimos cuatro meses y pretenden arreglar la situación en un solo día (Ministerio de comercio, 2022).

Aunque se cuente en esta región con recursos como la tierra y sol durante todo el año, se presenta falta del recurso hídrico para algunas comunidades y sectores productivos, además, la fuerte ola de sequía que atraviesan los llanos orientales ha causado desde hace cuatro meses la muerte por deshidratación de aproximadamente 20.000 animales, principalmente chigüiros, venados, zorros, peces, tortugas, reptiles y ganado vacuno (Semana, 2014).



Unos de los problemas de esta situación es que se quieren tomar medidas de mitigación, con poca efectividad para este territorio, como el suministro del recurso hídrico con camiones cisterna (Bonilla, 2021).

De acuerdo con el ministerio de ambiente, la ley 205 de 2003 y 216 de 2003, el valor aceptable del cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución del agua para consumo humano deberá estar comprendido entre 0,3 y 2,0 mg/L. La dosis de cloro por aplicar para la desinfección del agua y asegurar el residual libre debe resultar de pruebas frecuentes de demanda de cloro (Bonilla, 2021). Finalizar la idea del párrafo.

De acuerdo con la resolución 2320 de 2009 del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (Colombia, 2023) se presenta que la dotación máxima para poblaciones en climas cálidos al día por habitante en litros es de 150 al día en su requisito máximo y 100 en cuanto a la complejidad del sistema disminuye, también se tiene en cuenta que el enfoque del consumo animal tiene que ir de la mano con la calidad de la misma y se usan normas paralelas con la calidad de acuerdo a la ley para crear un estándar de calidad ya que para el ganado también existen mínimos y máximos en características del agua para el consumo como porcentajes de salinidad que afectan a los procesos en los que se encuentra el ganado como en periodos de engorde donde el agua tiene que poseer un porcentaje de salinidad menor u otros elementos relacionados con los sulfatos presentes en las dietas animales pero al comprender que el agua tiene que tener un estándar mínimo se usaran leyes y estándares humanos (Luque, 2018).



De acuerdo a múltiples investigaciones médicas se tiene un estimado aproximado de necesidad de agua que difiere entre los hombres y las mujeres, siendo los hombres con una necesidad de 4 Litros al día y siendo las mujeres su necesidad de 3 Litros, siendo esto lo mínimo de ingesta potable del líquido para mantener una salud, si se agrega el gasto de agua necesario para aseo y cocina puede ascender a que una familia de 4 personas, 2 hombres y 2 mujeres a los 680 litros por día en una región desértica con calores extremos, pero ya que la región a satisfacer entra en los niveles normales de humedad en el aire y temperatura se necesitan cerca de 60 litros al día para satisfacer el nivel de vida.

Se sabe que un método de suministro es el de los carrotanques, camiones cisterna que cargan hasta 5000 Litros de agua que podrían satisfacer hasta 80 familias, pero por un día teniendo siempre problemas con otras situaciones locales como las vías, la gasolina y demás cuestiones que puedan retrasar la entrega. Y aunque la sociedad humana ha desarrollado infraestructura para mover este recurso son proyectos que tardan años y no puede ser un sustento razonable para la expansión de territorio para la vida.

Existen locaciones en el Casanare como Yopal que a pesar de esfuerzos desde hace más de una década no existe una planta de agua, en esta misma locación hay un censo de más de 180.000 habitantes de acuerdo con el ministerio de vivienda en el 2022 se puede deducir que el gasto es el máximo está sola locación necesitaría a día más de 720000 Litros de agua con un robusto sistema de distribución local



Se conoce que en Colombia existe el artículo 18 de la ley 1753 de 2015 que garantiza el acceso al agua potable y manejo de aguas, siendo esta ley nombrada como plan nacional de abastecimiento de agua potable, pero Colombia siendo un país tan vasto y con potencial de desarrollo existen muchos lugares donde no se extiende el alcance de esta ley.

También se puede entender que la búsqueda del sol es inútil existiendo fuentes generadoras de energía como el combustible fósil, pero tomando en cuenta el medio ambiente se busca no solo el método más sustentable que permita la recolección del recurso eléctrico y que no sea tan variable como el eólico que puede lograr hasta daños mortales a la vida animal, junto con alteraciones a sus comportamientos y patrones migratorios.

En el Casanare se conoce que la ganadería de las actividades que más predominan en esta región gracias a estudios generales de suelos y zonificación de tierras (IGAC, 2014) y siendo la región de la Orinoquia un panorama vacuno se entiende el por que es importante mantener al ganado en optimas condiciones de salud con una dieta balanceada con alimentación e hidratación correctas para poder aprovechar su consumo en un futuro ya que los productos cárnicos son generalmente reconocidos como alimentos altamente nutritivos para el ser humano y con sus derivados ayudan a aumentar la calidad de vida humana. (Begoña Olmedilla-Alonso, 2014)



1.3. Formulación del problema

¿Qué sistema de condensación de agua de la atmósfera permite contribuir al abastecimiento de agua de zonas rurales de Yopal, Casanare, con el fin de suplementar el déficit hídrico para consumo animal?

1.4. Justificación

El agua es el líquido de la vida en el planeta, no se puede empezar a siquiera pensar la vida en el planeta sin este líquido vital este conocimiento desde tiempos inmemoriales conocido por los humanos ya que desde los asentamientos hasta la creación de la civilización ha girado en torno al agua o a como distribuirla a los lugares que se planeen utilizar.

En Colombia al estar en el círculo ecuatorial se presentan muchas condiciones diferentes de temperatura, presión, geológica y altitudes que alteran el clima, la tierra y las condiciones de vida.

El ser humano siempre ha tenido retos a lo largo de su existencia, pero lo que atañe a la situación actual es la necesidad de no solo ser creativos sino recursivos con lo que hay al alcance, en el proyecto presentado se aplican conceptos de alteración de estados de la materia como la condensación del agua sustentada energéticamente en la recolección de energía eléctrica por medio de procesos fotovoltaicos para el suministro eléctrico que, aunque ya se han practicado antes, en este ámbito tienen una fuerte repercusión ya que se tiene planteado un uso que podría salvar vidas en zonas rurales



en las cuales podrán desplegar todas sus capacidades agroindustriales para el crecimiento de la sociedad humana.

Colombia es un territorio muy rico en recursos de todo tipo hídrico, mineral incluyendo un amplio rango de climas desde un caribe tropical hasta montañas nevadas, en el caso concerniente a la región del Casanare que incluye petróleo en grandes cantidades pero no un acceso al agua ya que la carencia del acceso a este no se hace esperar, desde destrucciones a plantas de agua hasta suministros de agua de solo 40 carrotanques se reconoce de manera casi inmediata que una forma sustentable de mantener un suministro de agua en esta región con una condición climatológica con grandes precipitaciones de agua el lugar perfecto para este tipo de dispositivos.

En zonas como los llanos orientales el ciclo del agua se ve con ciertas alteraciones junto a condiciones difíciles para el manejo del agua existen zonas que a pesar de presentar frondosidad en cuanto a la vida vegetal dificulta la vida humana.

Gracias a la Norma ISO 14001 que da un sistema de gestión medioambiental que permite acceder a guías (Fletcher, 2015) que permiten seguir pasos para mejorar un sistema con una gestión que nos permita ver su ventaja medioambiental como en este caso que después de revisar los alcances, junto a ubicar las definiciones y referencias normativas para lograr ver la capacidad de mejora en situaciones como las que se presentan más adelante.

De acuerdo con el colectivo periodistas de Casanare “Desde el 2011 los habitantes de Yopal, Casanare llevan un calvario por la escasez de agua en el municipio. Esto a



causa del estancamiento en la construcción de la planta de tratamiento de agua potable” (Colombia, 2023) y con esto en mente se justifica un proyecto de este calibre ya que no requiere de una infraestructura muy grande puesto que nos podemos plantear como proyecto para mantener zonas de ganadería de pequeñas capacidades para mantener un flujo constante de productos.

Bajo estándares legales este proyecto cumple con las regulaciones de distribución de agua cumpliendo la ley 205 de 2003 y 216 de 2003 de partículas en el agua a un mínimo para poder ser llamada potable y con un proyecto de este tamaño en cuanto a medidas físicas del dispositivo, pero a mayor escala de producción podría cumplir las metas de múltiples proyectos ambientales en Colombia ya que por la naturaleza de este genera a un flujo que cumple la demanda de este líquido y estas leyes se cumplen con el procesamiento planteado del dispositivo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Proponer la utilización de un sistema de condensación de agua para regiones rurales de Yopal, Casanare, por condensación hídrica atmosférica, para consumo animal.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características ambientales de las zonas rurales de Yopal, Casanare
- Definir los parámetros mínimos requeridos de funcionamiento del sistema



- Analizar los componentes del sistema de condensación de agua, estimando la cantidad teórica de agua condensada, de acuerdo con las características del sistema.
- Analizar las capacidades máximas del sistema en cuanto a producción de agua.
- Estructurar electrónicamente y mecánicamente el sistema de recolección de agua atmosférica condensada.

1.6. Marco de Referencia

Estado del Arte: Desde la guía de la implementación de la ley ISO 14001 (**Fletcher, 2015**) se encuentran varias secciones en las que se pueden articular el planteamiento de esta propuesta desde las secciones iniciales como los términos, definiciones hasta el alcance y la normativa incluyendo la comprensión de necesidades que se quieren enmarcar desde estándares legales e higiénicos ya en cuestiones medioambientales Colombia está muy por detrás en otros países en cuestión de desarrollo e inventiva tanto por el lado privado como el público, tomando esto en cuenta como referente a proyectos de recolección de agua se encuentra la empresa Source en estados unidos con un sistema patentado de condensación de agua con tecnología patentada de condensación por medio de un material absorbente higroscópico que extrae la humedad en el aire para su posterior almacenamiento y potabilizándose por medio de la adición de diferentes minerales para cumplir estándares internacionales de potabilización de agua y ya que esta tecnología esta patentada siendo accesible al público se exporta y se ensambla con ayuda profesional, pero todos estos beneficios vienen con un incremento en el costo que cuando se importa a un territorio diferente



con poderes adquisitivos diferentes deja de ser redituable para proyectos con presupuestos cortos en cuanto a capital y accesibilidad se refieren, es por esta situación que se soporta sobre la ISO 140001 el realizar un estudio para analizar la viabilidad y saber que camino tomar en cuanto a estas soluciones.

En cuanto al principio físico de la condensación la compañía Source es más parecido a un sistema de decantado por medio de su sistema patentado de malla higroscópico lo que se pretende usar en el sistema planteado es un sistema de condensación que hace uso de la diferencia del delta de la temperatura ambiente con el intercambio de temperatura de las celdas peltier por su zona fría y aumentando la zona de contacto con el aire cargado de humedad se condensara y caerá en la zona de filtración y se recolectara en el contenedor todo esto siendo empujado por ventiladores de alto flujo que tanto las celdas peltier como los ventiladores siendo alimentados por paneles solares ya que el requisito energético de este sistema no es muy elevado y un panel solar de una capacidad alta puede proveer lo necesario.

En una revisión más amplia y en otro idioma del concepto se encuentra una investigación acerca de cómo para mejorar la calidad del aire y el acondicionamiento del ambiente en una vivienda estudiantil en una universidad en Texas en una región que comparte variables ambientales con la región de estudio se encuentra que se plantea un sistema de condensación con el objetivo de disminuir la humedad en el aire para lograr crear un ambiente más cómodo para el humano ya que en lugares con alta temperatura y humedad en el aire se impacta más la capacidad de regular las altas temperaturas y el cuerpo empieza a sufrir estas condiciones así que se toman



estos conceptos como base teórica para el planteamiento del sistema

Marco Geográfico e Institucional: América como continente es una región muy apreciada desde su larga extensión a lo largo del planeta junto a su acceso a dos mares con características diferente, en cuanto a lo territorial se presentan un amplio espectro de tierras, altitudes y climas junto a lo que esto conlleva con riqueza vegetal y su fauna, desde Suramérica siendo conocido como el pulmón del mundo con bosques frondosos y un muy completo sistema hídrico de ríos, lagos y precipitaciones en la mayoría de sus meridianos. En cuanto a Colombia se refiere se encuentra con claras divisiones entre zonas montañosas debido a el cruce de 3 cordilleras a través de todo el país desde la zona sur hasta el norte, y una zona de valles desde la región magdalena hasta los valles interandinos y las llanuras amazónicas y orientales. En cuanto a la región que nos concierne la región del Casanare (Villavo, 2022) encontramos que es mayormente llana y conocida como los llanos del Orinoco que presenta por su baja altura unas temperaturas elevadas y humedad en el aire elevada lo que permite un funcionamiento teórico del sistema de condensación y por la llanura permite mantener la mayor incidencia solar para asegurar la mayor recolección de energía solar (Semana, 2014). En cuanto a la institucionalidad de la región, desde el artículo 12 del pacto internacional (Carrillo, 2022) que asegura la accesibilidad a todo en forma de derecho al agua junto a los servicios e instalaciones (mundial.com, 2022) y tomando esto en cuenta se han presentado varios proyectos del gobierno para llevar agua a estas regiones.

Marco Conceptual y Teórico: Para proveer una locación de cualquier tipo existen



varios métodos para desplazar el agua de una zona donde ya este almacenada y por medio de tubería se distribuye con bombas que proveen la presión, pero en ciertas zonas se presentan dificultades como que en estas regiones de valles no hay suficientes arterias para suministrar un lago de almacenamiento y aunque se solucionara este tema por la temperatura e incidencia del sol se evaporara eventualmente. Tomando esto en cuenta encontraremos otros elementos que se pueden aprovechar para solucionar estos mismos problemas, en la región del Casanare, más focalizado en las zonas rurales de Yopal se encuentran altas concentraciones de humedad en el aire junto a temperaturas elevadas por su alta incidencia solar. En ese caso lo que se encuentra es una alta capacidad de generar energía solar por medio de generadores solares que funcionan con paneles solares que convierten la energía solar en electricidad para potenciar un sistema de condensación solar.

Ya con la situación energética en un punto positivo se permite maniobrar con sistemas de diferentes categorías para lograr la recolección de líquido, debido a la alta humedad en el aire se querrá acceder a ella, para lograr este resultado se usara un proceso de condensación, para lograr condensar agua de estado gaseoso a liquido se requiere aumentar la presión atmosférica o disminuir la temperatura, para esto lo que se usara serán ventiladores de alto flujo que permiten succionar aire y generar un empuje hacía una estructura de cono con un filtro para partículas de suciedad y pesadas manteniendo cierta limpieza, para generar una compresión el aire y junto a una celda peltier (Electronics, 2022) que es un componente eléctrico que mientras se



le provea una corriente eléctrica genera una zona caliente y una zona fría y se hará uso de la zona fría y un sistema de aletas para maximizar el área de contacto que permite enfriar el aire y finalizar el proceso de condensación y luego será filtrado para lograr estándares de agua para consumo.

Con lo anteriormente planteado se divide las labores en cuanto a el equipo a usar en dos grupos, elementos de medición y procesamiento de datos que nos darán las variables físicas a tratar y los dispositivos de recolección y procesamiento del aire y la humedad para lograr el objetivo último.

Marco Legal Normativo: De acuerdo con el ministerio de ambiente, la ley 205 de 2003 y 216 de 2003, el valor aceptable del cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución del agua para consumo humano deberá estar comprendido entre 0,3 y 2,0 mg/L. La dosis de cloro por aplicar para la desinfección del agua y asegurar el residual libre debe resultar de pruebas frecuentes de demanda de cloro (Bonilla, 2021), esto tomando en cuenta que el agua de diferentes acueductos es pasada por diferentes procesos químicos de filtración mientras que este modelo usara estándares de limpieza internacionales o podrán ser alcanzados con la adición de 2mg/L a un litro de agua filtrada. De acuerdo con la resolución 2320 de 2009 del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (Colombia, 2023) se presenta que la dotación máxima para poblaciones en climas cálidos al día por habitante en litros es de 150 al día en su requisito máximo y 100 en cuanto a la complejidad del sistema disminuye. De acuerdo con la ley ISO 14001 de 2015(Fletcher, 2015) de implementación medioambiental se podrá interpretar este sistema como parte de la



planificación estableciendo objetivos ambientales como la recolección del líquido y conseguir los resultados de satisfacer esta demanda acorde a políticas ambientales.

Marco Demográfico: Regionalmente se ubica en zonas rurales del departamento de Casanare ubicado a las regiones cercanas a Yopal, lo que permite verificar el marco demográfico, En esta región podemos encontrar que “A principios del 2012 hubo un deslizamiento del Río Cravo Sur, obstruyendo la conducción del acueducto; lo que ocasionó la suspensión total del servicio, siendo este, el inicio de la agonía para los pobladores de Yopal.” (redacción, 2018) Tomando esto en cuenta se encuentra en esta locación una población que conoce desde hace más de 7 años las dificultades de no tener un acceso al agua potable constante que ayuda a entender la situación de la importancia de la inversión en este tipo de dispositivos y proyectos ya que ayudara a satisfacer en cierto punto esta necesidad. También se encuentra un censo de más de 350.000 habitantes entre hombres y mujeres a proporciones casi iguales y más de 100.000 niños de 0 a 14 años con densidad de población de 8,13 habitantes por kilómetro cuadrado. Se usa un enfoque legal con estándares de calidad humanos ya que se tiene un precedente acerca del consumo de comida de animales que debe ser apta para el consumo humano por cuestiones de racionalización en emergencia así que, aunque el enfoque del consumo será enfocado en consumo agrario se provee que en situaciones de emergencia se necesita que cumpla con los estándares para consumo humano de acuerdo con estudios veterinarios y diferente literatura (Kishon, 2018) que permite aun mayor enfoque en la ISO 140001 ya que el beneficio en cuanto a la inversión es mayor incluyendo parámetros que anteriormente no se habían



mencionado como la capacidad de salvar ganado por ende generando más oportunidades de mejora.

2. Diseño Metodológico

Tipo de investigación: En este documento se presenta una investigación de tipo cualitativo con una metodología cercana al tipo Scrum ya que se interpretarán fuentes documentales aplicando análisis numérico para conocer la demanda de agua como fuente principal entendiendo numéricamente la capacidad de satisfacer estas con la configuración del dispositivo, incluyendo un análisis a estudios de caso que usan tecnología de manera diferente para satisfacer ciertas condiciones de uso. (Barbosa Moreno, 2020)

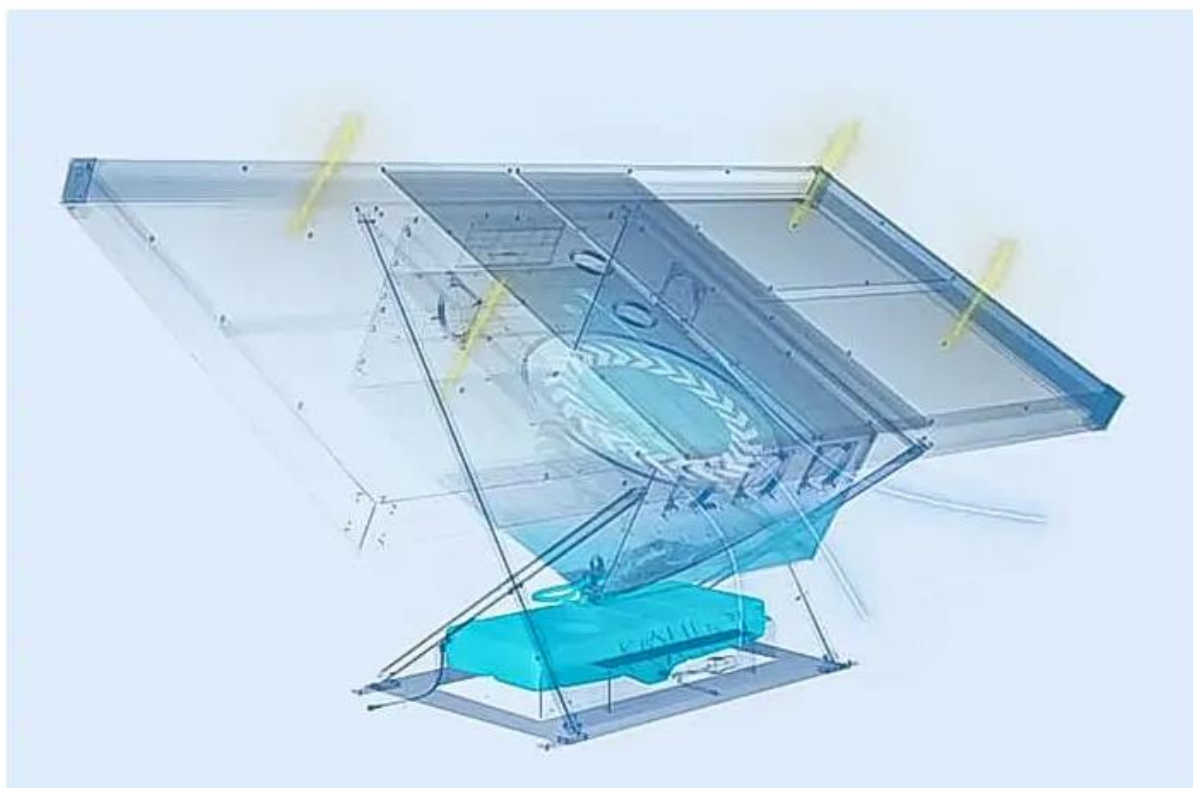
Tipo de investigación específica: Correlacional ya que permite identificar las variables pertinentes al sistema, logrando determinar los instrumentos apropiados para la obtención de estos y una capacidad para el análisis de los datos con estas técnicas que permite interpretar hasta acercarnos de los resultados. (Mendoza, s.f.)

Materiales y métodos:

- Higrómetro.
- Solarímetro.
- Termómetro.
- Reloj.
- Laptop.
- Paneles solares.



- Inversores DC/AC
- Celdas peltier.
- Ventiladores de alto flujo.
- Caudalímetro
- Filtro de carbón.
- Multímetro.



HYDROPANEL DIAGRAM / SOURCE

Figura 1 (Zac, 2023)

Procedimientos: Con los materiales previamente mencionados se usarán para medir las variables relevantes para el sistema como la incidencia solar con Solarimetro; el reloj para



conocer las variables de energía solar y la duración de esta misma comparando los resultados con los medidos y recogidos por los paneles solares y el inversor junto al multímetro para determinar la capacidad energética del sistema; medir la humedad en el ambiente con el Higrómetro y usando la laptop para registrar estos resultados junto a los datos recolectados por el caudalímetro para saber la capacidad de movimiento del aire en el sistema gracias a los ventiladores de alto flujo y en cuanto al filtro de carbón y las celdas Peltier estos están previstos con estándares que se usaran para las mediciones ya que son productos de producción en masa que no varían mucho sus capacidades de uso.

Ya con las variables tomadas se montará el sistema que será un generador solar con los paneles y el inversor para alimentar las celdas peltier y los ventiladores para mover aire cargado con humedad y usar la sección de frio de las celdas peltier para condensar el líquido y filtrarlo para conseguir el estándar de calidad necesario todo dentro de un periodo de producción de 2 meses y una semana o 9 semanas coincidiendo con el cronograma de actividades.

Población o universo de estudio: Locaciones rurales de Yopal con condiciones de humedad en el aire y alta incidencia de luz solar.

3. Presupuesto:

RUBROS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Personal	900.000	1.800.000
Equipos	1.200.000	1.200.000



Software	0	0
Materiales	3.000.000	3.000.000
Salidas de campo	80.000	320.000
Material bibliográfico	0	0
Publicaciones y patentes	0	0
Servicios técnicos	500.000	500.000
Viajes	100.000	300.000
Construcciones	1.000.000	1.000.000
Mantenimiento	100.000	100.000
Administración	0	0
TOTAL	6.880.000	8.220.000

3.Cronograma de Actividades.

Nombre de la Etapa	Actividades	Semana								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Determinación de las características ambientales de las zonas rurales de Yopal, Casanare	Medir la humedad en el aire	x								
	Medir la incidencia del sol		x							
	Investigar la demanda de agua			x						



Análisis de los componentes del sistema de condensación de agua, estimando la cantidad teórica de agua condensada, de acuerdo con las características del sistema.	Calcular el flujo de aire en la zona de condensación			X					
	Calcular el consumo energético del sistema				X				
	Calcular la eficiencia del sistema tomando en cuenta el gasto/beneficio					X			
	Calcular el impacto ambiental en concordancia con ISO14001: 2015 en la zona rural de Yopal una vez el sistema complementa la satisfacción de la demanda del agua					X			



Estructuración electrónica y mecánica del sistema de recolección de agua atmosférica condensada	Crear la estructura mecánica del sistema						X			
	Estructurar los componentes del sistema y conexiones							X		
	Finalizar el sistema								X	X



4. BIBLIOGRAFÍA

- Barbosa Moreno, M. O. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Patria educación. <https://doi.org/Primera edicion EBOOK>
- Begoña Olmedilla-Alonso, F. J.-C. (2014). Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.6.7389>
- Bonilla, R. F. (2021, Agosto 10). *RCNradio*. Sequía en Llanos Orientales e inundaciones en el Chocó, ¿Qué tanto se debe al cambio climático?: <https://www.rcnradio.com/estilo-de-vida/medio-ambiente/sequia-en-llanos-orientales-e-inundaciones-en-el-choco-que-tanto-se>
- Carrillo, M. (2022). *Diagnostico de la Calidad de Agua potable en los municipios del departamento del meta: Actualización y recopilación de información, Repositorios latinoamericanos. Pregrado Ingeniería Civil*. Valledupar.
- Celsia. (2022). *Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia*. Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia: <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>
- Colombia, I. (2023). *Directorio de Empresas*. Informa Colombia: https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/departamento_casanare
- D Claridge, W. T. (2002). *Eliminating humidity and condensation problems in university*. Texas A&M University. Texas: Texas A&M University Libraries. <https://hdl.handle.net/1969.1/5180>
- Electronics, U. (2022). *Celda Peltier TEC1-12706*.
- Fletcher, A. C. (2015). *ISO 14001*. ISO 14001: <https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/Spanish%20QRFs%20and%20PDFs/NQA-ISO-14001-Guia-de-implantacion.pdf>
- IGAC. (2014). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Jasmine Cozic, C. J. (n.d.). *Casanare: entre la abundancia y la escasez*. Casanare: entre la abundancia y la escasez: <https://crudotransparente.com/2015/06/01/casanare-entre-la-abundancia-y-la-escasez/#:~:text=Asi%2C%20a%20pesar%20de%20ser,hace%20por%20apenas%2040%20carrota nques>.
- Kishon, L. (2018). *Conversaciones con un veterinario*. Bloomington: Palibrio.



- Luque, J. L. (2018). *INTA guía de calidad de agua bebida de animales*. CALIDAD DE AGUA PARA BEBIDA DE ANIMALES:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_guia_calidad_agua_bebida_animales.pdf
- Mendoza, J. E. (n.d.). *ciefim*. Escuela de Formación: <https://sites.google.com/site/ciefim/ciefim>
- Ministerio de comercio, i. y. (2022, Enero 30). *Ministerio de comercio, industria y turismo*. Region de la Orinoquia: <https://www.mincit.gov.co>
- mundial.com, D. (2022). *Clima: Orinoquia en Colombia*.
<https://www.datosmundial.com/america/colombia/clima-orinoquia.php>:
<https://www.datosmundial.com/america/colombia/clima-orinoquia.php>
- Publica, F. (2009). *Funcion Publica*. Resolución 2320 de 2009 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38487>
- redacción., C. d. (2018, Agosto 10). *¿Por qué después de 7 años no hay planta de agua en Yopal? ¿Por qué después de 7 años no hay planta de agua en Yopal?*:
<https://consejoderedaccion.org/noticias/siete-anos-sin-agua-en-yopal#:~:text=A%20principios%20del%202012%20hubo,para%20los%20pobladores%20de%20Yopal.>
- Rincon, R. (2022). *¿Por qué después de 7 años no hay planta de agua en Yopal? Investigación Destacada. Consejo de Redaccion, 1.*
- RODRÍGUEZ, D. J. (2021, 7 19). *Pontificia Universidad JAVERIANA*.
https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/57604/PedroFelipeBecerraVargas_TrabajoDeInvestigación_MGTyGP_PUJ.pdf?sequence=2
- Semana. (2014). *Casanare: Sequía Mata a Miles de Animales, Semana.com Últimas Noticias de Colombia y el Mundo*. Casanare: Sequía Mata a Miles de Animales, Semana.com Últimas Noticias de Colombia y el Mundo.: <https://www.semana.com/nacion/articulo/sequia-en-casanare-deja-20000-animales-muertos/381115-3/>
- Villavo, W. L. (2022, Enero). *We Love Villavo*. Preocupacion en los llanos por los animales que pueden morir a causa de la sequia: <https://www.welovevillavo.com/post/preocupación-en-los-llanos-por-los-animales-que-pueden-morir-a-cause-de-la-sequía>
- Figura 1, Zac, J. (2023, 2 1). The Source Hydropanels are off-grid solar panels that create purified water by drawing moisture from the atmosphere. *Source Hydropanels: Create Clean Water from Air*. Community Resilience Potable Water.