

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON**  
**RES. 2661 MEN JUNIO 21 DE 1966**

**Ciencias Administrativas**  
**Estrategias Innovadoras y Prospectivas**  
**Administración de Empresas**

Implementación de Sistemas de Bombeo de Agua Potable Mediante Energía Solar en  
Comunidades Rurales de la Amazonia Colombiana

Trabajo de grado para optar por el título de Administrador de Empresas  
Opción seminario-diplomado.

DANIEL FELIPE BERNAL HURTADO

HAROL STIVEN BECERRA MEYER

Docente :

ASTRID AGUDELO VALENCIA

Sogamoso, octubre de 2024

## **Dedicatoria**

A nuestra querida universidad, cuya misión de fomentar el conocimiento, la innovación y el compromiso social nos ha inspirado profundamente en el desarrollo de este proyecto. Gracias por ser un faro de oportunidades y un espacio de crecimiento, donde hemos podido adquirir no solo las herramientas académicas, sino también los valores éticos y humanos que orientan nuestra vocación por aportar soluciones sostenibles y mejorar la calidad de vida en nuestras comunidades.

Dedicamos este proyecto con gratitud y orgullo, esperando que sea un reflejo de los principios y la excelencia que esta universidad representa.

### **Agradecimientos**

*Gracias a Dios por este proceso y a nuestros seres queridos por apoyarnos incondicionalmente en esos momentos de debilidad e incertidumbre y, sobre todo, gracias a nosotros por no querer rendirnos.*

## Resumen

El presente proyecto tiene como propósito dar a conocer y solucionar la problemática que enfrentan las comunidades en la ribera del río Amazonas, en el departamento de Amazonas (Colombia), durante las temporadas de verano, cuando se escasea el agua potable. Como solución viable y ambientalmente amigable, proponemos un “sistema de bombeo solar en pozo profundo”. Este sistema busca utilizar la energía solar para operar una bomba orientada al consumo de agua potable, ya que los métodos convencionales de extracción en esta región suelen estar sobredimensionados, ser difíciles de instalar y costosos, especialmente en pozos profundos. Además, el mantenimiento y el uso de combustibles fósiles se convierten en factores limitantes durante la temporada de verano, por lo que optar por la energía solar a través de paneles solares ofrece una alternativa sostenible.

Las investigaciones realizadas resaltan la importancia de mejorar las necesidades básicas, como el acceso a agua potable, en estas comunidades. Nuestro enfoque prioriza el uso de energías renovables, como la solar, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar los efectos del cambio climático. Esto es crucial, considerando que las personas beneficiadas con el proyecto viven en la selva amazónica, donde el acceso a maquinaria y recursos para mantenimiento es limitado y la energía solar representa una solución viable para esta problemática.

El pensamiento de diseño aplicado a este proyecto se enfoca en desarrollar soluciones innovadoras centradas en las necesidades reales de las personas. Mediante la observación y el diálogo con los miembros de la comunidad, se identifican los problemas de acceso al agua potable. A partir de allí, se generan ideas creativas y sostenibles, como el uso de energía solar para alimentar motobombas, y se desarrollan prototipos que se prueban en entornos reales. Este

enfoque asegura que la solución no solo sea técnicamente viable, sino también adaptable y beneficiosa para mejorar la calidad de vida en estas comunidades.

*Palabras clave:* sostenibilidad, innovación, autonomía, eficiencia, renovación

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	4
TABLA DE CONTENIDO.....	6
I. PREGUNTA ORIENTADORA DE LA BÚSQUEDA.....	8
1.1. Formulación de la pregunta .....	11
II. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN .....	12
III. SUSTENTACIÓN TEÓRICA DE LA PREGUNTA .....	13
Marco teórico .....	13
3.1. Antecedentes Conceptuales .....	14
Modelado de microneces .....	19
IV. COMPONENTE LEGAL NORMATIVO .....	23
V. PROPUESTA DE MODELO DE NEGOCIO .....	25
5.1. Design Thinking: .....	27
5.1.1. Empatizar .....	27
5.1.2. Definir .....	27
5.1.3. Idear .....	28
5.1.4. Prototipar.....	28
5.1.5. Probar .....	29
Conclusiones.....	31

Referencias..... 32

## I. PREGUNTA ORIENTADORA DE LA BÚSQUEDA

Para el desarrollo de la vida como se conoce en la actualidad dos de los factores fundamentales son el agua y la energía eléctrica. La electricidad hace parte de todas las actividades de la vida humana: vida cotidiana, agricultura, industria, ciencia, entre otros. En el mundo presente, la producción de energía es el pilar del desarrollo y la industria, constituyentes que determinan el progreso de una sociedad.

Existe evidencia científica de que el acceso a fuentes de energía modernas como la electricidad puede contribuir al crecimiento económico y al progreso humano. Esto se debe a que la disponibilidad de energía afecta directamente la productividad, la salud, la educación, el abastecimiento de agua potable. Se investiga la instalación de un diseño de sistema solar para zonas no interconectadas en un departamento colombiano (Amazonas), por lo que se investiga con qué recursos se cuentan en el entorno para proyectar un sistema que pueda ser no solo armónico con el medio ambiente, sino que, también disponga de más alternativas con múltiples beneficios.

Vale la pena entonces proyectarlo de una forma más dinámica para que, con el producto energético se puedan suplir otras necesidades, como sería, la extracción del agua a través de pozo profundo. Para que el proceso de extracción de agua puede integrarse a un proyecto fotovoltaico, lo primero por indicar será las características actuales del líquido vital el cual ha servido de sustento para el desarrollo y subsistencia de la civilización. Se puede decir de manera preliminar que el agua se considera un bastión para la sostenibilidad humana; sin embargo, el planeta cuenta aproximadamente con  $1.400'000.000 \text{ km}^3$  de agua, de los cuales únicamente el 0,003 %, es decir cerca de  $45.000 \text{ km}^3$ , son de agua dulce, sin que esta cantidad sea totalmente accesible, por lo que solo entre  $9.000$  y  $14.000 \text{ km}^3$  están disponibles para el consumo humano. Así expuesto, una

de las premisas sobre la cual puede girar el eje argumentativo de una investigación como la que se propone es proyectar la posibilidad de extraer el agua. Aunque, por otra parte, sea necesario aclarar que existe como es de esperarse y a simple observación la predominancia de diversos recursos hídricos bien sea desde su lecho, acuífero o incluso desde la misma escorrentía. Ante tales alternativas, también es pertinente solo concentrarse en una alternativa; con todo, el modelo que se escoge como referencia y será desarrollado en el presente escrito será el pozo profundo, también denominado recurso pluvial.

En el departamento objeto de estudio, se identifica la necesidad de abastecimiento de agua potable en el Amazonas el cual, según datos y cifras del Censo Nacional de Población y Vivienda del DANE, solo el 30% del total de la población del departamento cuenta con acceso al agua potable, evidenciándose adicionalmente carencias en lo correspondiente a la distribución de la energía eléctrica del departamento, pues solo el 52,1% de viviendas cuentan con el servicio eléctrico y solo en el casco urbano, las demás cuentan con planta eléctrica un 15%, la mayoría de las comunidades no cuenta con el servicio.

Como ya quedó comprendido, dos ámbitos de necesidades identificables, el siguiente paso será exponer una alternativa que pueda atender a menguar tales deficiencias. Ante ello, se describirá el diseño de un sistema para el suministro de energía eléctrica mediante la implementación de energía solar fotovoltaica; y será desde la puesta en marcha de lo anterior que se logre aprovechar el recurso solar para la extracción del agua potable; para ello, se justificará cómo será el mecanismo para la purificación y posterior suministro de agua potable que tenga como finalidad abastecer una comunidad indígena del departamento de la Amazonia. La justificación para estructurar aquello que se quiere proponer se desarrolló tras identificar las condiciones de la zona, la problemática y la disponibilidad del acceso al recurso solar y agua de

pozo desde donde se realizó un análisis de las condiciones de la zona escogida para tales fines, identificando unos territorios para el desarrollo del diseño. Así expuesto, se identifican a la comunidad de Arara; será desde ahí que se estructura la pregunta que será llevada en este proyecto.

### **1.1. Formulación de la pregunta**

¿Por qué sería bueno integrar un sistema de energía solar eficiente para alimentar motobombas, que garantice el suministro continuo de agua potable, considerando la variabilidad solar y las necesidades de consumo en las zonas rurales de la amazonia ?

## II. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN

A partir de la información recolectada, se propusieron fórmulas de búsqueda que permitieron optimizar el proceso de análisis y clasificación de los datos. Estas fórmulas facilitaron la identificación de patrones clave y la sistematización de la información, lo que a su vez contribuyó a obtener resultados más precisos y relevantes. De esta manera, se logró una estructura eficiente para la gestión de la información, mejorando tanto la calidad como la velocidad del procesamiento de los datos obtenidos, teniendo en cuenta la importancia de la energía solar para el uso de motobombas en zonas rurales (Google académico y Sciencedirect).

Las fuentes o base de datos fueron: Google académico y sciencedirect

Google académico:

E1. sistema energía solar fotovoltaico en comunidades y empleado en pozos de Agua profunda (Aproximadamente 1.940 resultados (**0,12 s**))

Obtaining electricity and drinking water through solar energy in communities

(Aproximadamente 34.300 resultados (**0,24 s**))

ScienceDirect:

E1. energy solar and renewable for indigenous communities (5,050 results)

Energy systems for Amazon: Could renewable energy improve Indigenous

livelihoods and save forest ecosystems? (65 results),

### III. SUSTENTACIÓN TEÓRICA DE LA PREGUNTA

#### Marco teórico

En esta parte del proyecto se ofrece una visión general de los problemas y los impactos de la producción de energía en función de los aspectos sociales, económicos y ambientales de la energía solar, La importancia de la energía renovable es bien reconocida como una alternativa a los combustibles fósiles de existencias limitadas. Como una de las energías renovables potenciales clave, la demanda de la energía solar está aumentando a nivel mundial. Al igual que otras energías renovables, también tiene impactos socioeconómicos y ambientales.

Estos impactos se describen y analizan en detalle en esta sustentación. Se discuten los problemas críticos y los impactos de la producción de energía en los aspectos socioeconómicos y ambientales, incluidos el uso de la tierra , la competencia con los demás tipos de energía , el impacto en la seguridad ambiental la generación de empleo, el comercio de biocombustibles, la emisión de gases de efecto invernadero y los impactos en el agua potable que es tema real en cual vamos a usar esta energía solar.

Aunque los impactos varían de una región a otra, otro dado el contexto socioeconómico y político, es posible abordarlos con prácticas de gestión adecuadas.

Abordaremos en los siguientes textos de estudios previo realizados donde se demuestra la viabilidad y la importancia de la pregunta que realizamos en este proyecto, ¿Por qué sería bueno integrar un sistema de energía solar eficiente para alimentar motobombas, que garantice el suministro continuo de agua potable, considerando la variabilidad solar y las necesidades de consumo en las comunidades rurales de la amazonia colombiana?

### 3.1. Antecedentes Conceptuales

“La generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos costos de generación originados, principalmente, en el precio de los combustibles, y los costos de Operación y Mantenimiento en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable.

Estas actividades surgieron con el Programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom a comienzos de los años 80, con la asistencia técnica de la Universidad Nacional. En este programa se instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: watio pico) para radioteléfonos rurales y ya en 1983 habían instalados 2 950 de tales sistemas. El programa continuó instalando estos sistemas y pronto se escaló a sistemas de 3 a 4 kWp para las antenas satelitales terrenas.

Muchas empresas comenzaron a instalar sistemas para sus servicios de telecomunicaciones y actualmente se emplean sistemas solares en repetidoras de microondas, boyas, estaciones remotas, bases militares, entre otras aplicaciones. Estos sistemas son hoy esenciales para las telecomunicaciones rurales del país. Según un estudio realizado, entre 1985 y 1994 se importaron 48 499 módulos solares para una potencia de 2.05 MWp. De estos 21 238 módulos con una potencia de 843.6 kW en proyectos de telecomunicaciones y 20 829 módulos con 953.5 kWp en electrificación rural.

El estudio anterior también indicó, sobre una muestra de 248 sistemas (con 419 módulos), que 56% de los sistemas funcionaban sin problemas, 37% funcionaban con algunos problemas y 8% estaban fuera de servicio. Como principal fuente de problemas se encontraron la falta de mínimo mantenimiento, suministro de partes de reemplazo (reguladores y lámparas) y

sistemas sub-dimensionados. Estos problemas, que se suelen repetir aún hoy en día, indican la importancia que tiene el asegurar la sostenibilidad del suministro del servicio de energía para estos usuarios. Estas dificultades se han mostrado como una de las debilidades más graves del servicio de energía con estos sistemas. Y más que tratarse de un problema meramente técnico, el problema es de calidad del servicio y de atención al usuario. En los últimos diez años tampoco se han realizado estudios sobre el comportamiento de estos sistemas” (Rodríguez Murcia, H. XXXX).



Sistema solar de 2.8 kWp instalado por el antiguo ICEL (Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, hoy IPSE) en la Venturosa, Vichada, en 1996. Suministra energía a 120 V AC a una comunidad de 12 familias y centro escolar.

Podemos ver en el siguiente estudio el potencial energético que tiene Colombia, donde queremos resaltar el valor energético que cuenta la amazonia colombiana:

“Colombia tiene un potencial energético solar a lo largo de todo el territorio nacional, con un promedio diario multianual cercano a 4,5 kWh/m<sup>2</sup>. En las regiones costeras atlántica y pacífica, específicamente en la región noreste de la costa atlántica en la Guajira, de acuerdo con

los resultados de la evaluación del recurso solar del país muestran un potencial solar promedio diario entre 5,0 y 6,0 kWh/m<sup>2</sup>, el mayor del país. Las regiones de la Orinoquia y Amazonia, que comprenden las planicies de los Llanos Orientales y zonas de las selvas colombianas, presentan una variación ascendente de la radiación solar en sentido suroeste noreste, verificándose valores asimilables a los de La Guajira en el noreste (Puerto Carreño)”

Región	Radiación Solar (kW/m <sup>2</sup> /año)
Guajira	1980 – 2340
Costa Atlántica	1260 – 2340
Orinoquia	1440 – 2160
Amazonia	1440 – 1800
Andina	1080 – 1620

(Caspary, G.)

Llegando a uno de los temas principales que son las alternativas a los combustibles fósiles, como lo es la energía solar, vemos ventajas que cuenta este tipo de alternativa con respecto a la facilidad geográfica y económica, damos en el siguiente texto:

“Se han propuesto diferentes soluciones energéticas y alternativas de combustibles energéticos para comunidades remotas geográficamente aisladas en la región amazónica. Varios investigadores parecen estar de acuerdo en que proporcionar acceso a la electricidad a comunidades aisladas en la Amazonía a través de una expansión de la red existente no es eficaz desde una perspectiva tecnoeconómica debido a las largas distancias y la desafiante topografía de la región.

Otros señalaron dificultades para encontrar soluciones en áreas con baja densidad de población y baja demanda de electricidad, o en regiones propensas a eventos climáticos severos, o donde existen conflictos sociales. Se analizó el impacto de los subsidios y la nueva legislación establecida bajo LPT en la Amazonía brasileña, incluido el costo nivelado de la electricidad para diferentes soluciones de generación de energía (proyectos de generación de energía fuera de la red con una capacidad instalada de hasta 100 kW).

Dependiendo de los contextos específicos del país/municipio, los costos de capital asociados con la conexión a la red central pueden ser más del doble del costo de las conexiones de miniredes solares. Es importante destacar que el abastecimiento de combustible de energía renovable implica una reducción drástica de las externalidades negativas que benefician tanto a los sistemas humanos como a los ecológicos.

Las barreras para su implementación son el alto costo de capital (en algunos contextos) y la falta de cadenas de suministro maduras.

Las soluciones de energía renovable (FER) en la Amazonia tienen varias ventajas (sin costos de combustible, menores emisiones, suministro de electricidad más confiable y seguro), particularmente en áreas que experimentan frecuentes pérdidas de energía debido al suministro intermitente de combustible. Las tecnologías renovables propuestas y probadas incluyen diferentes fuentes de energía renovable para nuevas instalaciones y/o hibridación de generadores diésel existentes, a saber, hidráulica, biomasa, biocombustibles, solar y eólica según contextos específicos.

En lugares más remotos, la electricidad se puede suministrar a través de tecnologías de energía renovable fuera de la red (por ejemplo, de pasada, biomasa hidrocínética para quema directa o gasificación), o sistemas híbridos en diferentes configuraciones de combustible (por

ejemplo, solar-eólica-diésel o hidrosolar), o sistemas híbridos de biogás-PV. Las microcentrales hidroeléctricas (10 kW) pueden, por ejemplo, proporcionar suficiente electricidad para alimentar una casa grande, una granja o un complejo turístico. Utilizando métodos de conversión termoquímica, la biomasa amazónica (por ejemplo, restos de madera, nueces, cáscaras de cacao) constituye una fuente de energía local abundante y renovable que no compite con la producción de alimentos ni tiene impactos ambientales adversos en la selva amazónica.

De manera similar, para las comunidades amazónicas aisladas, la combustión de biomasa parece ser una alternativa económica basada en los menores costos de la materia prima en comparación con otras fuentes de energía.

Las reservas de carbono en troncos y productos de madera provenientes de la gestión forestal y residuos de la cosecha forestal (o de prácticas silvícolas o fabricación de madera) generalmente se consideran fuentes sostenibles de combustible de biomasa para la generación de electricidad (cuando se obtienen localmente como subproducto de la tala), y se destacó su potencial para su uso en la gestión forestal sostenible basada en la comunidad (es decir, el Bosque Nacional Purús).

Un estudio de caso de una aldea amazónica ha señalado la persistencia del consumo de leña para cocinar como algo relacionado con factores culturales (en lugar de económicos), incluidos el gusto por la comida, los hábitos de cocina, los rituales y el conocimiento etnobotánico. Al mismo tiempo, sustituir la leña utilizada para cocinar por alternativas menos contaminantes (por ejemplo, cocinas solares) ha sido uno de los principales objetivos de las transiciones energéticas sostenibles.

Más allá de la cocina, se necesita electrificación para abordar cuestiones locales específicas, incluida la seguridad física, la refrigeración y el enfriamiento, algunas de las cuales

se han probado en forma piloto.

Un estudio de caso de la aldea Aiha en la tierra indígena Xingú demuestra lo beneficiosos que han sido ya los proyectos de energía renovable a pequeña escala para el grupo étnico Kalapalo en la Amazonia brasileña. Durante el proyecto piloto inicial, la comunidad Kalapalo había acordado instalar paneles solares para hacer funcionar un sistema de bombeo de agua de pozo, lo que resolvió la carga de las mujeres de tener que llevar agua desde las lagunas circundantes, para ahora poder bombear agua localmente mediante paneles solares.

La misma aldea solicitó entonces energía fotovoltaica adicional para suministrar suficiente energía para hacer funcionar una escuela nocturna, porque la mayoría de los habitantes de la aldea trabajan durante el día y no pueden asistir a la escuela de otra manera. La comunidad articuló sus necesidades energéticas (es decir, tener suficiente energía instalada para hacer funcionar una computadora, un congelador, una lámpara y un equipo audiovisual). Poder utilizar este equipo tiene como objetivo ayudar a los maestros locales a desarrollar currículos culturalmente apropiados, registrar tradiciones orales y capturar prácticas ecológicas, y de esta manera coproducir con las comunidades locales narrativas culturales basadas en el lugar.

Los autores sostienen que la pobreza energética y la falta de asistencia a este respecto intensifican el éxodo de jóvenes indígenas de la región y, a su vez, perjudican la preservación de las culturas indígenas. El estudio de caso demuestra cómo los sistemas de energía distribuida a pequeña escala pueden abordar aspectos cruciales de la pobreza energética de maneras que sean cultural y ecológicamente apropiadas.

### **Modelado de microredes**

Existen diferentes conjuntos de datos para modelado y software de planificación de microredes para evaluar la viabilidad, la optimización del tamaño y/o la gestión de la demanda

de microredes en regiones aisladas (por ejemplo, sistemas autónomos de energía renovable para municipios, microredes solares-eólicas, sistemas solares fotovoltaicos-baterías para riego, diferentes opciones de generación-almacenamiento como la hibridación del sistema fotovoltaico-celda de combustible-batería/supercondensadores).

Una comparación de costos de dos microredes aisladas basadas en energías renovables modeladas para la región amazónica de Ecuador –una basada en energía fotovoltaica, hidroelectricidad, almacenamiento de baterías y generación diésel, y la segunda basada estrictamente en una configuración fotovoltaica/hidroeléctrica únicamente para lograr una microred libre de carbono– revela la diferencia de costos.

Los autores concluyen que la configuración híbrida de microredes fotovoltaicas/hidroeléctricas/diésel es aproximadamente tres veces menos costosa que el costo de la microred libre de carbono en la configuración fotovoltaica/hidroeléctrica” (autor, año)

Damos un contexto donde el derecho al agua potable es precario a un en el siglo xxi, ya sea por la ubicación geográfica o por los estatutos de leyes de los países, en el siguiente estudio podemos connotar esto:

“Precariedad del derecho al agua y saneamiento en poblaciones indígenas, afrodescendientes y tribales Si se observa de manera general, el panorama en la mayoría de los países andinos (Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile), hay quienes afirman que las respectivas legislaciones nacionales, las administraciones y las políticas públicas en el tema de los recursos hídricos suelen negar o ignorar la existencia o la importancia de los marcos normativos consuetudinarios referentes a los derechos y usos consuetudinarios indígenas y a la gestión de los recursos hídricos (Gentes, 2002).

Incluso, en aquellos casos en que se toman en cuenta las regulaciones de las comunidades

indígenas campesinas locales para gestionar sus sistemas de agua.”, “Derivado del sistema universal de protección de los derechos humanos en la ONU se han desarrollado unos estándares internacionales como parámetros de obligatorio cumplimiento, en torno a los derechos al agua y saneamiento. Estos constituyen una guía para los estados, en tanto consagran lineamientos que deben cumplirse sin excepción. Acorde a la Observación General número quince (2002), estos parámetros deben gozar de adecuación, es decir, los elementos del derecho al agua deben ser adecuados a la dignidad, la vida y la salud humana.

Lo adecuado del agua no debe interpretarse de forma restrictiva, simplemente en relación con cantidades volumétricas y tecnologías. El agua debe tratarse como un bien social y no como un bien económico. El modo en que se ejerza el derecho al agua también debe ser sostenible, de manera que este derecho pueda ser ejercido por las generaciones actuales y futuras (ONU, Observación General núm. 15, 2002).

Finalmente, también debe incluir los siguientes factores: (1) disponibilidad, (2) calidad, y (3) accesibilidad, todos ellos alineados al (4) principio de igualdad y no discriminación que, para el estudio, se abordará de manera independiente, pero conexo a los anteriores”, Gentes, I. (2002) y Yamin, A. E. (2006).

Teniendo en cuenta el gran número de estudios y antecedentes en cuanto la energía renovable en el cuidado del medio ambiente, en lo socioeconómico, en dar un servicio en aquellas sectores geográficos de la parte rural (amazonas ), enfatizando en el uso de dichos recursos del sistema fotovoltaico, en el funcionamiento de una plata o motobomba acuífera, usada en la extracción de agua potable, por el medio de pozo profundo, damos a entender que es el mejor plan y lo que conllevaría a una mejor sostenibilidad en dichas regiones apartadas del casco urbano.

Las soluciones energéticas para la amazónica pueden diseñarse para ayudar a apoyar la autonomía y el desarrollo autodeterminado, ya que muchas comunidades indígenas, en particular las tribus sin contacto, desean ser autosuficientes y dar forma a su propio futuro en continuidad con su pasado. Debido a la interdependencia entre la cultura indígena y el entorno natural cambiante bajo el cambio climático, existe una necesidad urgente de desarrollar la capacidad local para que el desarrollo autodeterminado, incluida la elección y la gestión de los sistemas de energía que lo sustentarán, pueda ser tanto imaginado como realizado.

#### IV. COMPONENTE LEGAL NORMATIVO

En la siguiente tabla incluimos las leyes de Colombia en el campo de la energía renovable, que regula todo lo que tiene que ver con derechos y deberes, además recalcamos que tiene muchos beneficios tanto ambientales como económicos.

NORMA– LEY DECRETO	AÑO	PAIS	PRICIPALES APORTES
LEY 143	1994	COL	El punto de partida del marco legal para las energías renovables en Colombia está en la Ley 143 de 1994. La ley se relaciona con el Uso Racional y Eficiente de la Energía, donde el país establece el ahorro de energía, así como su conservación y uso eficiente, como uno de los objetivos prioritarios en el desarrollo de las actividades del sector eléctrico.
LEY 164	1994	COL	La CMNUCC establece la importancia de desarrollar una política de alcance global para enfrentar los retos relacionados a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

LEY 697	2001	COL	Mediante esta Ley se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones
LEY 1715	2014	COL	Fortaleció esfuerzos que se habían estancado en años anteriores para incentivar la apropiación de la energía fotovoltaica pues concede ahora grandes beneficios a las personas naturales o jurídicas que fomenten la investigación, desarrollo e inversión en el ámbito de la producción y utilización de energía a partir de las Fuentes no convencionales de Energía (FNCE), entre los cuales se encuentra la energía solar.

Fuente: elaboración propia

## V. PROPUESTA DE MODELO DE NEGOCIO

Este **lienzo de modelo de negocio** refleja la implementación de un proyecto de bombeo de agua potable mediante **energía solar** en comunidades rurales, con un enfoque en la sostenibilidad, la reducción de costos a largo plazo, y el apoyo tanto técnico como comunitario.

# modelo de negocio

## problemas

Las comunidades rurales enfrentan dificultades para acceder a agua potable de forma constante, debido a la falta de infraestructura y dependencia de fuentes de energía costosas como los combustibles fósiles o redes eléctricas inestables

## Actividades claves

- Implementar sistemas de bombeo de agua alimentados por energía solar que sean sostenibles, accesibles y fáciles de mantener, garantizando un suministro continuo de agua potable en estas zonas aisladas.

## Recursos claves

- Paneles solares, motobombas y sistemas de almacenamiento de agua
- Equipos técnicos y personal especializado en energía solar
- Infraestructura para instalación y mantenimiento
- Colaboraciones estratégicas con instituciones locales

## Propuesta de valor

- Suministro de agua potable sostenible y accesible mediante energía solar
- Reducción de costos a largo plazo gracias al uso de energía solar
- Soluciones de bombeo de agua ecológicas, sin emisiones contaminantes
- Mayor autonomía y fiabilidad en el acceso al agua en comunidades rurales

## Relaciones con el cliente

- Asistencia técnica personalizada durante y después de la instalación
- Capacitación continua y soporte remoto
- Comunicación directa a través de visitas periódicas y asistencia en terreno

## Canales

- Instalación directa en las comunidades
- Asociaciones con gobiernos locales y ONGs
- Ferias y exposiciones de tecnología sostenible
- Plataformas digitales para difusión y contacto (sitio web, redes sociales)

## Segmentos de clientes

- Comunidades rurales sin acceso confiable a agua potable
- Productores agrícolas que requieren agua para riego
- Gobiernos locales interesados en implementar soluciones sostenibles

## Estructura de costes

- Costos de adquisición de paneles solares y motobombas
- Gastos de instalación y transporte
- Mantenimiento y soporte técnico postventa
- Costos administrativos y de capacitación

## Fuente de ingresos

- Venta directa de equipos solares
- Servicios de instalación y mantenimiento
- Programas de subvenciones y financiación de instituciones locales
- Contratos de largo plazo con gobiernos o instituciones que financien proyectos de agua potable

## 5.1. Design Thinking:

Este enfoque se centra en la innovación y en colocar al usuario en el centro del diseño de la solución usando 5 palabras. **Empatizar, definir, idear, prototipo, probar.**

### 5.1.1. Empatizar

En esta fase, se trata de conocer profundamente a los usuarios y entender sus necesidades, deseos y problemas.

**Objetivo:** Comprender a las comunidades rurales que necesitan soluciones para el suministro de agua potable.

#### **Actividades:**

Realizar entrevistas y talleres con los miembros de la comunidad para conocer sus dificultades en el acceso al agua.

Observar de primera mano los problemas diarios que enfrentan con la falta de agua potable o acceso a fuentes limitadas.

Recolectar datos demográficos y ambientales sobre la región: ¿Cuántas personas dependen del agua?, ¿cuáles son las fuentes actuales?, ¿qué barreras existen (económicas, logísticas, etc.)?

#### **Ejemplo de preguntas:**

¿Cuáles son sus principales problemas relacionados con el acceso al agua potable?

¿Cómo manejan actualmente el suministro de agua?

¿Qué métodos de bombeo o transporte de agua utilizan en la comunidad?

### 5.1.2. Definir

Después de empatizar, se identifican claramente los problemas centrales que el proyecto debe abordar.

**Objetivo:** Definir el problema principal que afecta a la comunidad y que se puede resolver a través del bombeo de agua con energía solar.

**Resultado:** Declaración del problema basada en las necesidades observadas.

**Ejemplo de declaración del problema:**

"Las comunidad rural de Arara carecen de acceso confiable y sostenible a agua potable, lo que genera problemas de salud y limita su desarrollo económico. La solución actual de bombeo de agua es costosa y depende de combustibles fósiles."

**5.1.3. Idear**

En esta fase se generan ideas innovadoras para resolver el problema. Se fomenta la creatividad y la colaboración, buscando soluciones novedosas.

**Objetivo:** Generar ideas que puedan resolver el problema de acceso al agua utilizando energía solar.

**Métodos:**

Sesiones de lluvia con miembros de la comunidad, técnicos y expertos en energía solar.

Crear una lista amplia de ideas que vayan desde lo más práctico hasta lo más disruptivo.

**Ejemplo de ideas:**

Desarrollar un sistema de motobombas solares que funcione en áreas sin acceso a la red eléctrica.

Crear un sistema comunitario de captación y almacenamiento de agua con energía solar para garantizar suministro durante épocas secas.

Implementar una aplicación para monitorear el funcionamiento de los sistemas de bombeo en tiempo real.

**5.1.4. Prototipar**

En esta fase se desarrollan versiones preliminares de las soluciones para ponerlas a prueba en un entorno real. Es importante que los prototipos sean funcionales, aunque no

finales, para poder validar su viabilidad.

**Objetivo:** Construir un prototipo del sistema de bombeo de agua solar y probarlo en una comunidad piloto.

**Actividades:**

Instalar un sistema de motobomba solar en una comunidad seleccionada.

Desarrollar un modelo operativo básico con paneles solares, bombas y sistemas de almacenamiento de agua.

**Prototipo:**

Un sistema de bombeo solar en una pequeña aldea para suministrar agua potable a un grupo específico de familias. Se monitorearán los resultados durante un período de tiempo para evaluar su efectividad y recibir retroalimentación.

**5.1.5. Probar**

El prototipo se pone a prueba en el entorno real, involucrando a los usuarios finales. En esta fase se recogen comentarios, se identifican fallos o áreas de mejora y se itera el diseño.

**Objetivo:** Validar el prototipo mediante su uso en la vida diaria de la comunidad y recopilar información para mejoras.

**Actividades:**

Monitorear el uso diario del sistema de bombeo solar: ¿es eficiente?, ¿cumple con las necesidades de agua de la comunidad?

Recolectar retroalimentación de los usuarios: ¿Cómo es su experiencia con el sistema?, ¿qué problemas o barreras encuentran?

**Ejemplo de mejoras tras probar:**

Ajustes en la capacidad de los paneles solares para aumentar la cantidad de agua bombeada.

Mejorar el sistema de mantenimiento y seguimiento técnico para evitar interrupciones en el suministro.

Implementar un programa de formación para que los miembros de la comunidad puedan realizar mantenimientos simples del sistema.

## Conclusiones

- la energía solar fotovoltaica es la energía de mayor crecimiento en el mundo, permitiendo un nicho en el mercado en electrificación rural, bombeo del agua e independencia.

- son una alternativa factible tecnológica y económicamente viable dentro del contexto actual, en las zonas rurales y comunidades de la región amazónica.

- Los paneles solares son una tecnología de energía renovable que puede ayudar a reducir las emisiones de gas de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

- Viabilidad Técnica y Sostenibilidad Ambiental: La implementación de sistemas de bombeo de agua mediante energía solar en comunidades rurales es una solución técnica viable y ambientalmente sostenible.

Los resultados del proyecto muestran que estos sistemas pueden funcionar eficientemente, reduciendo la dependencia de fuentes de energía no renovables, lo que contribuye a la reducción de emisiones de carbono y al cuidado del entorno natural.

- Impacto Social Positivo: El acceso continuo y fiable al agua potable mejora significativamente la calidad de vida de las comunidades beneficiadas. El proyecto ha demostrado que la integración de soluciones solares puede transformar las condiciones de vida al facilitar el acceso al agua, lo cual repercute directamente en la salud, el bienestar y el desarrollo económico de las comunidades rurales.

- Relevancia de la Participación Comunitaria: La participación activa de las comunidades en la planificación, implementación y mantenimiento de los sistemas de bombeo solar fue clave para el éxito del proyecto.

La capacitación de los habitantes locales y su involucramiento garantizan la sostenibilidad a largo plazo de las soluciones implementadas, fortaleciendo la autogestión y el empoderamiento comunitario.

## Referencias

Borges, J.L. (2013). *Ficciones*. Buenos Aires, Argentina: Debolsillo.

Bastidas, L.R. (2007). *El inicio del siglo XXI*. Planeta. Disponible en:  
<http://www.rbastidasl.com/libro-inicio-del-sigloxxi>.

G. Caspary. *Gauging the future competitiveness of renewable energy in Colombia*. Energy Economics, vol. 31, pp. 443-449, 2009 2.

Gentes, I. (2002). *Derecho de Agua y Derecho Indígena. Hacia un reconocimiento estructural de la gestión indígena del agua en las legislaciones nacionales de los Países Andinos*. Revista de Derecho Administrativo Económico (8), 81-111. DOI:  
<http://dx.doi.org/10.7764/redae.8.7>.

Gertner, G. (2016).

Google académico. *Sistema energía solar fotovoltaico en comunidades y empleado en pozos de agua profunda*. Disponible en: <http://52.0.229.99/handle/20.500.11839/9090>.

Google académico. *Obtaining electricity and drinking water through solar energy in communities*. Disponible en: <https://oa.upm.es/1548/>

La biomasa forestal como vía viable para el suministro de energía sostenible en pueblos aislados de la Amazonia. Ley del Medio Ambiente, 37 ( 2021 ) , Artículo 100609.  
Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629624000823>

Murcia, H. Físico, M.Sc., Dr.rer.nat. Consultor Independiente. Bogotá D.C., Colombia.

Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s0121-49932008000200012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s0121-49932008000200012&script=sci_arttext)

Posada, L. & Lozano Valencia, S. *Posibilidades para el uso de sistemas fotovoltaicos en las zonas no interconectadas de Colombia*. UPCT.

Sciadirect. *Solar energy and renewable for indigenous communities*. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544222001001>

Sciadirect. *Energy systems for Amazon: Could renewable energy improve Indigenous livelihoods and save forest ecosystems?* Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629624000823>

Yamin, A. E. (2006). *La defensa y promoción de los derechos económicos, sociales y culturales en América Latina: abramos puertas*. En A. E. Yamin, *Derechos económicos, sociales y culturales en América Latina. Del invento a la herramienta* (pp. 17-42). Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.