



Desafío 2: ¿Cómo generar energía descentralizada para autoconsumo, a partir de recursos renovables, mediante una solución tecnológica de diseño, desarrollo y fabricación local?.

ANTECEDENTES:

Los diversos acontecimientos a nivel mundial, tales como el calentamiento global, la contaminación, escasez de recursos no renovables, la gran demanda energética, o simplemente aquellos lugares que no poseen suministro de energía para consumo, ya sea por razones geográficas o por elevados costos de instalación, motivan a miles de personas y entidades por la búsqueda de alternativas energéticas limpias y eficientes.

La Ley 1715 de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. [1]

Hoy en día se prevé una reducción gradual de la demanda de combustibles (gasolina, diésel, jet y combustóleos) con el avance de transición energética, que implica el uso cada vez mas amplio de energías más limpias y de origen renovable (viento, agua, sol, biomasa, biogas, etc) en lugar de las basadas en materias primas de origen fósil (carbón, petróleo y gas).

Las fuentes de energía renovables o limpias cada día toman mayor importancia y protagonismo produciendo continuamente nuevas formas de aprovechar estas fuentes. Entre las energías renovables o energías limpias encontramos [2]:

- **Energía eólica:** La energía que se obtiene a través del viento.
- **Energía geotérmica:** La energía calorífica contenida en el interior de la Tierra.
- **Energía mareomotriz:** La energía que se obtiene de las mareas.
- **Energía undimotriz:** La energía que se obtiene de las olas.
- **Energía solar:** La energía que se obtiene del sol.
- **Energía hidráulica o hidroeléctrica:** La energía que se obtiene de corrientes de agua.



- **Biomasa y biogás:** La energía que se extrae de materia orgánica.
- **Bioetanol y biodiesel:** Combustibles orgánicos que se logran a partir de aceites vegetales o mediante procesos de fermentación de productos vegetales.
- **Energía del hidrógeno:** Puede ser usado en motores de combustión o en células electroquímicas.
- **Otras fuentes de energías renovables:** Hay muchas otras que aprovechan los mismos componentes que los anteriores como la energía azul, gradiente oceánico, por hidrógeno e incluso la aero-térmica.

Los sistemas empleados como fuentes de energía descentralizada o también conocida como generación in-situ, generación embebida, generación dispersa o energía distribuida son plantas de generación de energía a pequeña escala, normalmente entre el rango de 3 kW a 10 MW usadas para proporcionar una alternativa o una ayuda a las tradicionales centrales de generación eléctricas y está muy presente las energías renovables ya que son las más adecuadas para ubicarse cerca de los puntos de consumo. [3]

Las principales ventajas de estos sistemas de generación de energía descentralizados, incluyendo los sistemas conectados a la red de distribución de energía eléctrica al igual que los sistemas aislados, son [4]:

- Ayuda a la conservación del medio ambiente al utilizar fuentes de energía renovables.
- Descongestionan los sistemas de transporte de energía.
- Aplazan la necesidad de readecuación de los sistemas de transmisión.
- Ayuda al suministro de energía en periodos de gran demanda.
- Mejora la fiabilidad del sistema.
- Mejora la calidad del servicio eléctrico.
- Evita costos de inversión en transmisión y distribución.

Como ejemplos de prototipos que usan las energías renovables se presentan los siguientes:

Prototipos de soluciones a partir de energía hidráulica o hidroeléctrica

-Generador hidroeléctrico de pequeña escala:

Es un generador hidroeléctrico de pequeña escala construido en Japón cuyas dimensiones son de 1 metro por 28 centímetros y tiene un peso de 18 kg. Las aspas tienen forma de espiral y la característica más importante de este generador es que



puede generar fácilmente energía eléctrica a partir de suaves corrientes de agua.
[5]

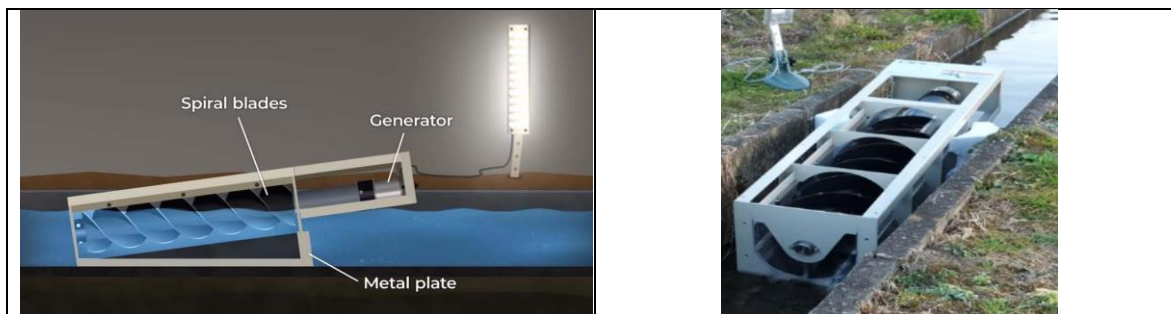


Figura 1. Generador hidroeléctrico de pequeña escala. **Fuente:**
<https://ecoinventos.com/generador-movil-energia-hidraulica-ultrapequeno/>

-Microturbinas hidráulicas:

Son pequeñas turbinas construidas para producir energía eléctrica aprovechando la presión de un fluido, teniendo en cuenta que existen poblaciones con calles de pendientes pronunciadas que generan elevadas presiones, por tal motivo, instalan válvulas reductoras de presión para evitar posibles rupturas de los conductos, de este modo, las microturbinas pueden realizar las mismas funciones de las válvulas y además recuperar energía. [6]



Figura 2. Microturbina hidráulica **Fuente:** <https://ecoinventos.com/micro-hidraulica/>

-Hydrobox:

Hydrobox es una pequeña central eléctrica estandarizada, en contenedores controlada remotamente. Este proyecto está equipado con sensores que usan



inteligencia artificial y tecnología blockchain, el Hydrobox permite monitoreo y control remoto, así como operación y mantenimiento predictivo. [7]



Figura 3. Hydrobox. **Fuente:** <https://www.hydrobox.africa/>

Prototipos de soluciones a partir de energía proveniente del mar

-Wave power station:

Es una tecnología desarrollada por Voith Hydro Wavegen que consiste en una estructura en forma de alcantarilla de hormigón, que usa las ondas de aire generadas por las olas del mar a través de la estructura para impulsar las turbinas del generador. [8]



Figura 4. **Fuente:** https://voith.com/corp-en/HyPower_20_final.pdf



-Eco wave power:

Es una tecnología innovadora para la producción de electricidad limpia a partir del océano y las olas del mar utilizando un diseño simple pero inteligente, que permite a unos flotadores unirse a estructuras artificiales existentes y, que simplifican la instalación, el mantenimiento y accesibilidad. Los flotadores extraen energía de las olas entrantes convirtiendo el movimiento ascendente y descendente de las olas en un proceso de generación de energía limpia. Más precisamente, el movimiento de los flotadores comprime y descomprime los pistones hidráulicos que transmiten fluido hidráulico biodegradable a los acumuladores ubicados en tierra. [9]

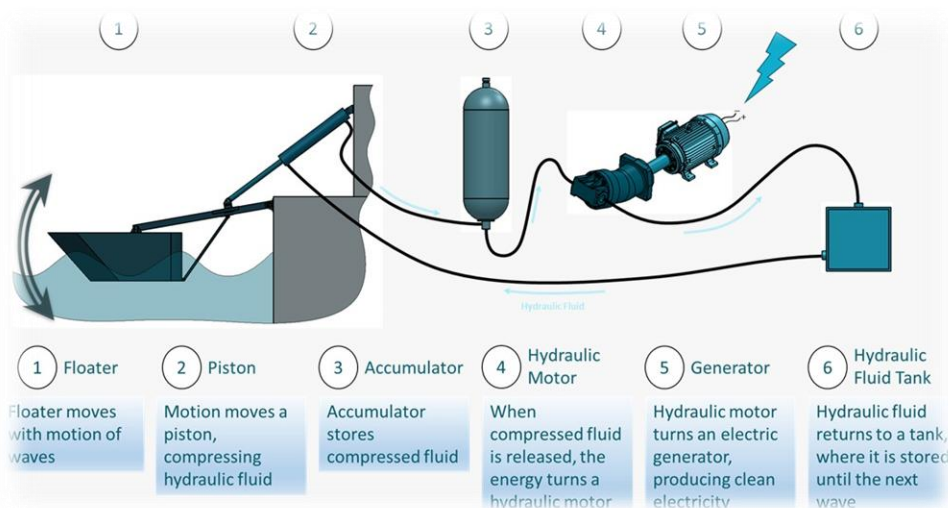


Figura 5. Eco wave power. **Fuente:** <https://www.ecowavepower.com/our-technology/how-it-works/>

-Energía mareomotriz:

Esta energía es generada por las subidas y bajadas de las mareas, así la energía potencial de las mareas se convierte en energía eléctrica mediante el movimiento de una turbina mediante las centrales hidroeléctricas [10].

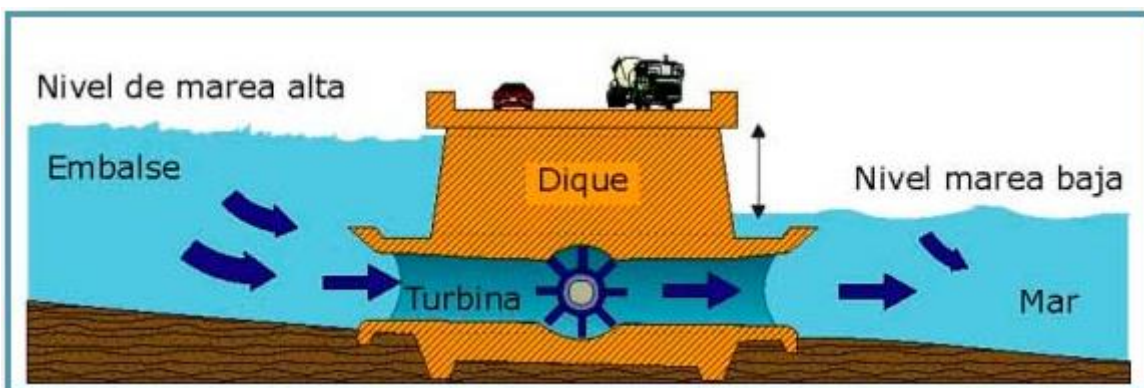


Figura 6. Energía mareomotriz por embalse. **Fuente:** <https://www.eadic.com/que-es-la-energia-mareomotriz/>

Prototipos de soluciones a partir de energía termoeléctrica

-Estufas Ecoeficientes:

Estas estufas nacen como una iniciativa para ser incorporadas en zonas rurales, permiten ahorrar hasta un 60% de la leña que se utiliza en fogones tradicionales y así disminuir las enfermedades respiratorias provocadas por la emisión de humo, y promueve la generación de electricidad a través de una unidad termoeléctrica.[11]



Figura 7. Estufa ecoeficiente **Fuente:** <https://www.rcnradio.com/colombia/region-central/neiva-crean-alternativas-generar-energia-electrica-traves-calor>



-Central eléctrica de biomasa:

Las centrales de biomasa son centrales termoeléctricas dedicadas a la producción de energía eléctrica a partir de la combustión de materiales vegetales como son maderas y papel. Pero también pueden usarse para generar electricidad otra materia orgánica como son residuos de origen humano o cultivos orientados a ese fin. La obtención de energía a partir de la biomasa es considerada un método de energía renovable ya que la fuente de obtención es virtualmente inagotable.[12]



Figura 8. Planta de biomasa Fuente:
<https://www.youtube.com/watch?v=ddsQfMNWnP4>

Prototipos de soluciones a partir de energía eólica

- Turbo Vertical-Axis-Wind-Tower:

El Turbo Vertical-Axis-Wind-Tower (VAWT) tiene como objetivo permitir la generación de energía eléctrica con velocidades de viento muy bajas. La misión es brindar más opciones para la generación de energía distribuida, y puede ser especialmente útil en áreas remotas, lejos de las principales redes eléctricas. Esto podría ayudar a mejorar la calidad de vida y los servicios en aldeas remotas de las economías emergentes.[13]

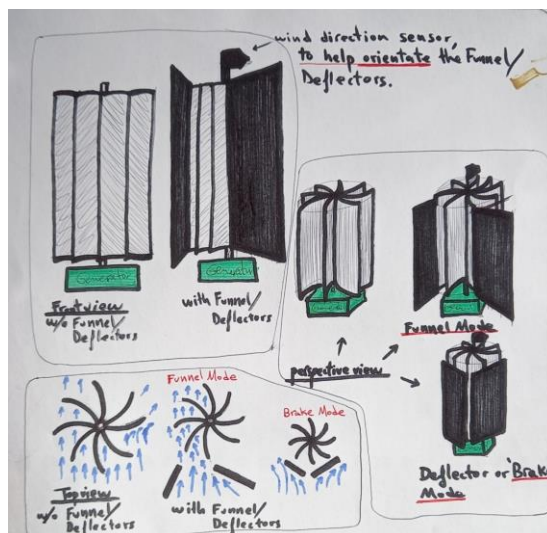


Figura 9. Turbo Vertical-Axis-Wind-Tower. **Fuente:**
<https://uplink.weforum.org/uplink/s/uplink-contribution/a012o00001OT91AAAT/turbo-vertical-axis-wind-tower>

-Vórtex Bladeless – Energía eólica sin aspas:

La tecnología Vórtex no utiliza palas, obteniendo energía del viento a través de la oscilación sin necesitar engranajes, frenos ni aceite. Su diseño lo convierte en una buena alternativa para una generación in-situ más ecológica.[14]

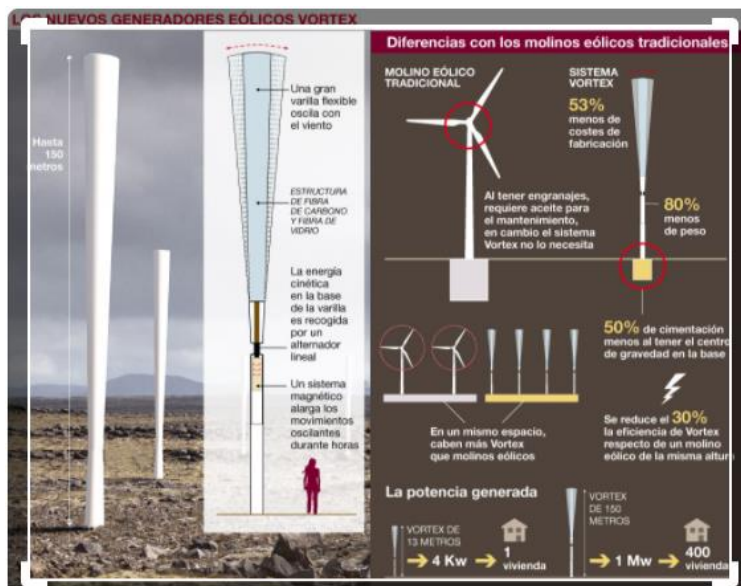




Figura 10. Generación

Fuente: <https://vortexbladeless.com/es/>

Prototipos de soluciones a partir de energía solar

- Seguidor solar:

Un seguidor solar es un sistema que se integra a un conjunto de paneles fotovoltaicos para lograr que la radiación solar incida directamente sobre la superficie de las celdas solares. La idea consiste en inclinar los paneles solares de acuerdo con la ubicación del sol durante todo el día y durante todo el año.[15]

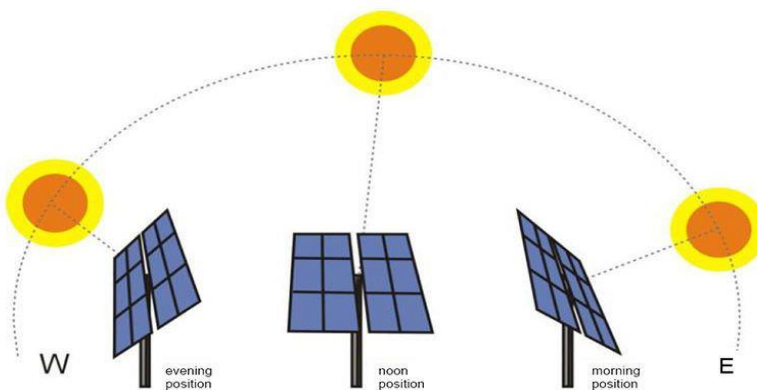


Figura 11. Seguidor solar. Fuente: <https://es.digitreducer.com/article/seguidor-solar-qu-es-para-que-sirve-tipos-de-seguidores-solares-i00021i1.html>

Prototipos de soluciones a partir de energía del hidrógeno

-Producción de electricidad con hidrógeno:

La generación de electricidad a partir de hidrógeno consiste en hacer reaccionar el hidrógeno con oxígeno, obteniendo electricidad y agua. Al dispositivo encargado de realizar esta reacción se le llama pila de combustión [16]. Este comprende una amplia variedad de aplicaciones entre ellas está el uso de baterías en dispositivos electrónicos y vehículos eléctricos, además se usa el hidrógeno como sistema de almacenamiento para la generación de electricidad y calor. [17]



Figura 12. Primer vehículo de pila de hidrógeno matriculado en España.

Fuente: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-hidrogeno-verde-es-el-combustible-del-futuro/>.

-Producción de hidrógeno y electricidad:

El Smart Energy Hub puede operar en modo de electrólisis para almacenar energía renovable como hidrógeno, o en modo de celda de combustible para producir electricidad y calor a partir de hidrógeno o metano previamente producido. La unidad de almacenamiento y cogeneración de energía verde basada en hidrógeno podría revolucionar las necesidades de energía y calefacción de los edificios, según sus inventores [18].



10/16



Figura 13. Primer vehículo de pila de hidrogeno matriculado en España.
Fuente: Start-up Sylfen. <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/11/08/un-consorcio-frances-desarrolla-un-sistema-hibrido-de-almacenamiento-y-cogeneracion/>

Otros tipos de energía

-Planta de energía osmótica:

Una planta de energía osmótica utiliza dos tanques, uno de agua dulce y otro de agua salada, divididos por una membrana semipermeable artificial que permite el paso de agua, pero retiene las sales. A través de los nano poros de la membrana, el agua dulce pasa al tanque del agua salada, aumentando el volumen. Ese aumento del volumen incrementará la presión, generando así la electricidad gracias a una turbina. [19]

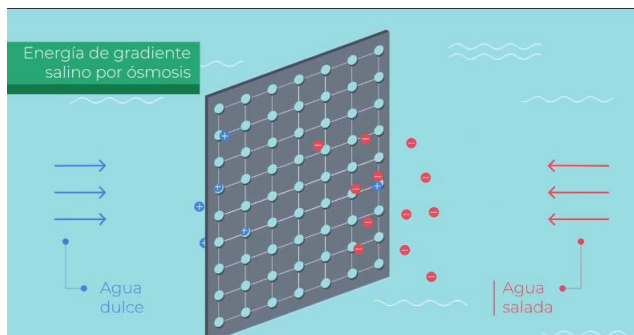


Figura 14. Generación de energía osmótica. **Fuente:** <https://www.energyavm.es/la-energia-osmotica-futuro-la-electricidad-renovable/>

-Badén inteligente generador de energía eléctrica:

Con la intención de explorar nuevas fuentes de energía alternativas y ecológicas, la empresa i-Bump Road Technologies de Mendavia (España) patentó el sistema inteligente “i-Bump” capaz de transformar el paso de un solo coche en una energía capaz de mantener una bombilla de 100 W encendida durante 30 segundos. Consiste en un badén capaz de transformar la energía cinética que producen los vehículos pasando sobre él en energía eléctrica, al impulsar hacia abajo una estructura en forma de balancín.[20]



Figura 15. Generación de energía osmótica.

Fuente: Bioguia, «Un badén inteligente que genera energía eléctrica con el paso de los autos | Bioguía,» [En línea]. Available:

https://www.bioguia.com/tecnologia/un-baden-inteligente-que-genera-energia-electrica-con-el-paso-de-los-autos_29279368.html.

MOTIVACIÓN DEL DESAFIO DE INNOVACIÓN – PROBLEMÁTICA:

Existen diferentes factores que juegan en contra de la necesidad estratégica de las empresas de Oil & Gas de viabilizar la extracción y el procesamiento de las reservas de crudos, entre estos factores están el cambio climático, la electrificación de los vehículos, los cambios en la regulaciones relativas a la calidad de los combustibles y los compromisos en descarbonización de los procesos (reducción de emisiones de CO₂). Como consecuencia principal, se prevé una reducción gradual de la demanda de combustibles (gasolina, diésel, jet y combustóleos) con el avance de transición energética, que implica el uso cada vez mas amplio de energías más limpias y de origen renovable (viento, agua, sol, biomasa, etc) en lugar de las basadas en materias primas de origen fósil (carbón, petróleo y gas).

El impulso con el que América Latina y el Caribe ha comenzado a transformar su matriz energética es imparable y muestra la capacidad de nuestra región de

12/16



Convenio Marco de Colaboración 5220334
Acuerdo de Cooperación N°07 – AC07
UNIRED – Ecopetrol S.A.
“InnovaTe Generando Valor 2021”
Caracterización Desafío 2



adaptarnos a los cambios económicos y sociales. Este ímpetu no es nuevo. Históricamente, América Latina y el Caribe ha tenido la matriz energética más limpia del planeta, gracias a sus extraordinarios recursos hídricos.

Consideramos que la incorporación de nuevas fuentes de energía renovable es vital para la seguridad energética, la asequibilidad del servicio, la descarbonización de las economías y el apoyo a la agenda de ECOPETROL y Colombia para hacer frente al cambio climático.

La “transición energética” se ha convertido en el tema central de los debates sobre el futuro de la energía, especialmente desde que 196 países se comprometieron en los acuerdos de París del 2015 a evitar que la temperatura global aumente 2 grados Celsius por encima de los niveles preindustriales y a hacer los mejores esfuerzos para limitar el aumento alrededor de 1,5 grados. El instrumento para lograrlo se ha convertido en el concepto de “carbono neutralidad” para 2050 o un poco después, objetivo que ya ha sido adoptado por más de 100 países, incluidos Estados Unidos, China, la Unión Europea, Gran Bretaña y Japón, entre otros. Cerca de dos tercios de las emisiones mundiales, y aproximadamente dos tercios del producto interno bruto mundial, ahora se originan en países con compromisos de carbono neutralidad en diversos grados. A medida que avanza, la transición energética transformará la forma en que el mundo produce y consume la energía y la naturaleza misma de partes importantes de la economía global [21].

EXPECTATIVAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

Este desafío busca obtener propuestas de diseño, desarrollo y fabricación local de soluciones tecnológicas innovadoras con viabilidad técnico-económica para generación de energía descentralizada, limpia y sostenible de manera eficiente para autoconsumo, a partir de recursos renovables con potencial para contribuir a la transición energética de Ecopetrol, las regiones y el país.

Es deseable que la solución propuesta se encuentre en un punto de partida de nivel de madurez tecnológica donde haya surtido pruebas experimentales de concepto (deseable TRL3 (Technology Readiness Level [22])).

Se espera como meta que el plan de ejecución de la propuesta del prototipo de solución tecnológica del sistema de generación de energía no supere nueve (9) meses calendario, incorpore de forma justificada la utilización de los recursos del premio y logre llevar el prototipo a un TRL mayor que permita realizar pruebas en ambiente relevante (deseable TRL-6).



La propuesta deberá ser presentada mediante un caso de negocio con viabilidad técnico-económica que contenga un esquema viable de fabricación local, el caso de negocio deberá ser actualizado al final de la ejecución de la propuesta por el equipo ganador-ejecutor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014,» [En línea].
- [2] Acciona.com, «La importancia de las energías renovables | ACCIONA | BUSINESS AS UNUSUAL,» [En línea]. Available: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>.
- [3] Fundacionendesa.org, «La generación distribuida: Características y microgeneración,» [En línea]. Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-generacion-distribuida>.
- [4] Es.wikipedia.org, «Generación distribuida - Wikipedia, la enciclopedia libre,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_distribuida.
- [5] EcoInventos, «Generador móvil de energía hidráulica ultrapequeño, tienes agua tienes energía,» [En línea]. Available: <https://ecoinventos.com/generador-movil-energia-hidraulica-ultrapequeno/>.
- [6] EcoInventos, «Micro hidráulica: todo lo que debes saber,» [En línea]. Available: <https://ecoinventos.com/micro-hidraulica/>.
- [7] Hydrobox.africa, [En línea]. Available: <https://www.hydrobox.africa/>.
- [8] Voith.com, «MA GAZINE FOR HYDRO POWER TECHNOLOGY HyPower,» [En línea]. Available: https://voith.com/corp-en/HyPower_20_final.pdf.
- [9] Eco Wave Power, «How it works - Eco Wave Power,» [En línea]. Available: <https://www.ecowavepower.com/our-technology/how-it-works/>.
- [10] factorenergia, «La energía mareomotriz: la gran desconocida,» [En línea]. Available: <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-mareomotriz/>.
- [11] RCN Radio, «En Neiva crean alternativas para generar energía eléctrica a través de calor | RCN Radio,» [En línea]. Available: <https://www.rcnradio.com/colombia/region-central/neiva-crean-alternativas-generar-energia-electrica-traves-calor>.
- [12] Endesa Educa, «Cómo funciona una central eléctrica de biomasa,» [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=ddsQfMNWnP4>.
- [13] Uplink.weforum.org, «Turbo Vertical Axis Wind Tower,» [En línea]. Available: <https://uplink.weforum.org/uplink/s/uplink-contribution/a012o00001OT91AAAT/turbo-vertical-axis-wind-tower>.
- [14] Vórtex Bladeless. <https://vortexbladeless.com/es/>.



- [15] Es.dgitreducer.com, «Seguidor solar. ¿Qué es?¿Para que sirve? Tipos de seguidores solares.,» [En línea]. Available: <https://es.dgitreducer.com/article/seguidor-solar-qu-espara-que-sirve-tipos-de-seguidores-solares-i00021i1.html>.
- [16] El periódico de la energía, «El hidrógeno verde es el combustible del futuro» [En línea]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-hidrogeno-verde-es-el-combustible-del-futuro/>.
- [17] Pilas de Combustible, «¿QUÉ APLICACIONES TIENEN LAS PILAS DE COMBUSTIBLE?» [En línea]. Available: <https://www.cnh2.es/pilas-de-combustible/>.
- [18] Start-up Sylfen. <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/11/08/un-consorcio-frances-desarrolla-un-sistema-hibrido-de-almacenamiento-y-cogeneracion/>
- [19] Energya, «¿Es la energía osmótica el futuro de la electricidad renovable?,» [En línea]. Available: <https://www.energyavm.es/la-energia-osmotica-futuro-la-electricidad-renovable/>.
- [20] Bioguia, «Un badén inteligente que genera energía eléctrica con el paso de los autos | Bioguia,» [En línea]. Available: https://www.bioguia.com/tecnologia/un-baden-inteligente-que-genera-energia-electrica-con-el-paso-de-los-autos_29279368.html.
- [21] Transición energética: Un legado para el presente y futuro de Colombia. Minenergía. <https://www.minenergia.gov.co/libro-transicion-energetica>
- [22] Niveles de madurez de la tecnología. Consultado desde: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/393/NOTAS.pdf>.

OBJETIVOS Y META:

Obtener una propuesta de diseño, desarrollo y fabricación local de solución tecnológica innovadora con viabilidad técnico-económica para generación de energía descentralizada, limpia y sostenible de manera eficiente para autoconsumo, a partir de recursos renovables con potencial para contribuir a la transición energética de Ecopetrol, las regiones y el país.

Es deseable que la solución propuesta se encuentre en un punto de partida de nivel de madurez tecnológica donde haya surtido pruebas experimentales de concepto (deseable TRL3 (Technology Readiness Level [22])).

Se espera como meta que el plan de ejecución de la propuesta del prototipo de solución tecnológica del sistema de generación de energía no supere nueve (9) meses calendario, incorpore de forma justificada la utilización de los recursos del



Convenio Marco de Colaboración 5220334
Acuerdo de Cooperación N°07 – AC07
UNIRED – Ecopetrol S.A.
“InnovaTe Generando Valor 2021”
Caracterización Desafío 2



premio y logre llevar el prototipo a un TRL mayor que permita realizar pruebas en ambiente relevante (deseable TRL-6).

Con la prueba del prototipo se espera obtener información cuantitativa que facilite el cálculo de eficiencia del sistema propuesto.

Nota: Los niveles tecnológicos expuestos como deseables, no descalifica propuestas que se encuentren en otros niveles de TRL.

ALCANCE Y COBERTURA:

La propuesta debe enfocarse en una nueva solución tecnológica para el aprovechamiento de fuentes de energía renovable, que contribuya con la transición energética, la seguridad energética, la asequibilidad del servicio, la descarbonización de las economías y el apoyo a la agenda de ECOPETROL y Colombia para hacer frente al cambio climático.

Se busca que la propuesta de solución tecnológica contemple las siguientes características como direccionadoras del planteamiento y ejecución (propuesta ganadora):

- Factores diferenciadores respecto a soluciones existentes en el mercado (Estos factores diferenciadores podrían ser en aplicación y/o tecnología).
- Nivel de invención significativamente alto con respecto a los referentes existentes.
- Modelo de negocios que se alinee a la demanda energético a suplir.
- Viabilidad técnico-económica.
- Factibilidad de implementación con recursos y manufactura local.
- Alto impacto positivo social y económico.
- Bajo impacto ambiental negativo.
- Mayor número de sectores o personas beneficiadas.
- Demostrable técnicamente la escalabilidad.
- Bajos costos de producción.
- Bajos costos y dificultad de mantenimiento
- Bajo uso de equipos sofisticados o de operación compleja.
- Satisfactoria relación costo-beneficio.