



Plan de Energización Rural Sostenible
del Departamento del Chocó



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON FUENTE
RENOVABLE PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA PESCA
ARTESANAL DEL MUNICIPIO DE JURADÓ, DEPARTAMENTO DEL
CHOCÓ**

**PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE
DEL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ**



Plan de Energización Rural Sostenible
del Departamento del Chocó

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON FUENTE RENOVABLE PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA PESCA ARTESANAL DEL MUNICIPIO DE JURADÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ

AUTORES:

JEFERSON ASPRILLA PEREA
PEDRO JAIME PINEDA
JOHN ENRIQUE LUNA RENGIFO
LILIANA L. LEMOS

CONVENIO CV008 DE 2014

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE DEL DEPARTAMENTO DE CHOCÓ PERS-Chocó

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ
UPME
IPSE
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

Quibdó, Diciembre 2015

Tabla de contenido

1. FICHA DEL PROYECTO	4
2. RESUMEN DEL PROYECTO	5
3. IDENTIFICACIÓN.....	8
3.1. Diagnóstico de la Situación Actual	8
3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada por el Proyecto.....	8
3.1.2. Diagnóstico de los Participantes.....	10
3.1.3. Diagnóstico del Servicio	10
3.2. Marco de Referencia	11
3.2.1. Contribución a la Política Pública.....	11
3.3. Problema Central, Causas y Efectos	13
4. FORMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	15
4.1. Nombre de la Alternativa	15
4.2. Objetivos	15
4.2.1. Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
4.3. Productos, Actividades y Personal Requerido	16
4.4. Identificación y Descripción de la Innovación Propuesta.....	18
4.4.1. Línea base de la cobertura energética en Juradó	18
4.4.2. Energía solar para mejorar la actividad pesquera artesanal.....	18
4.4.3. Descripción de la Solución Energética.....	19
4.5. Metodología y Distribución de Responsabilidades.....	23
4.6. Bienes y/o Servicios.....	25
4.7. Beneficios.....	26
4.8. Esquema de Sostenibilidad.....	26
ANEXO FOTOGRÁFICO DEL PROYECTO.....	38

1. FICHA DEL PROYECTO

Título del Proyecto:			
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON FUENTE RENOVABLE PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA PESCA ARTESANAL DEL MUNICIPIO DE JURADÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.			
Lugar de Ejecución: Juradó	Ciudad: Juradó		Departamento: Chocó
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entidad Financiadora: ➤ Entidad Formuladora: Universidad Tecnológica del Chocó ➤ Entidad Ejecutora: ➤ Otras Instituciones Participantes: Alcaldía del municipio de Juradó 			
Duración del Proyecto (En Meses): 7			
Costo total del Proyecto: 173'900.000			
Monto solicitado: 156'100.000		Monto de la contrapartida: 17'800.000	
Población beneficiaria		150 familias de pescadores en dos agremiaciones; Asociación de pescadores artesanales de la frontera (ASOPESFRON) y Mujeres del Dorado de Juradó	
Persona responsable del proyecto: William Murillo López		Empresa/Institución: Universidad Tecnológica del Chocó Cargo: Líder Grupo de Investigación en Energías Renovables.	
Nivel de formulación del proyecto:	Perfil		

2. RESUMEN DEL PROYECTO

De acuerdo al Sistema de Información de Energía Eléctrica SIEL, el municipio de Juradó presenta uno de los índices de cobertura de energía eléctrica (ICEE) conectada a la red más bajos en el departamento del Chocó. El informe de cobertura de energía eléctrica del 2014, establece que más de 1800 usuarios se encuentran clasificados en ZNI (zonas no interconectadas) distribuidos entre la cabecera municipal y el resto de los corregimientos y veredas del municipio. Si bien, de acuerdo al SIEL, la cabecera municipal tiene un ICEE cercano al 100%, este indicador hace referencia al uso de plantas de energía eléctrica que funcionan a base de combustible fósil, tipo diésel y gasolina, lo cual tiene asociado altos costos del suministro, transporte y distribución del recurso, así como una confiabilidad relativa en el suministro permanente de energía las 24 horas del día. Para el caso de las comunidades rurales del municipio, la situación es más compleja, algunos corregimientos poseen plantas eléctricas comunitarias que funcionan con combustible fósil (diésel y gasolina) y que se encuentran entre regular y mal estado, son administradas por una junta en cada vereda y reciben subsidios por parte del IPSE para el suministro del combustible y de repuestos. Se observa que en estas comunidades rurales hay intermitencia en la prestación del servicio de energía, lo cual afecta el acceso a los servicios comunitarios básicos que impactan directamente sobre la calidad de vida de sus habitantes y el normal desarrollo social y económico de las comunidades.

Como es conocido, una de las principales actividades productivas del pacífico colombiano es la pesca (industrial y artesanal), dado que de ella se derivan parte importante de los ingresos para las comunidades, así como constituye la base fundamental de la alimentación. El fortalecimiento de la actividad pesquera tradicional requiere de la mano una solución energética confiable que permita el almacenamiento de alimento y su preservación en cadena de frío para autoconsumo, así como para promover el desarrollo de esquemas productivos a pequeña y mediana escala donde las comunidades y los pescadores se vean beneficiados por la implementación de sistemas de refrigeración y congelación.

La alternativa de solución propuesta para esta necesidad energética consiste en el diseño de un sistema de energía solar fotovoltaico que demande la energía eléctrica necesaria para la energización de un Centro de Acopio de Pesca Artesanal, el cual está conformado por un conjunto de congeladores dimensionados sobre la línea base de productividad pesquera de la región y que suministre la cadena de frío requerida para la sostenibilidad de la actividad de pesca artesanal responsable. De acuerdo al estudio realizado en el 2011 por la AUNAP (Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca) la producción anual de pesca artesanal en el Pacífico colombiano para ese año fue de 5682 Toneladas para los cuatro departamentos de la región pacífica. Para el caso del departamento del Chocó, se tiene un nodo de pesca en el

Municipio de Bahía Solano llamado GIC-PA (Grupo Interinstitucional y Comunitario de la Pesca Artesanal del Pacífico Norte). En consulta con el GIC-PA, se estima que para el caso del municipio de Juradó se dispone de un potencial promedio de 120.000 kg/año, lo que equivale a un promedio semanal de 2500kg de pesca artesanal en temporada alta, la cual puede ser almacenada en una serie de congeladores con capacidad total de almacenamiento semanal que garantiza la cobertura de la producción estimada.

El centro de acopio de refrigeración solar será instalado en la zona con mayor actividad pesquera del municipio que de acuerdo con información del GIC-PA se encuentra en el corregimiento de Punta Arditá. Esto será confirmado en la Fase 1 de caracterización del proyecto, una vez se realicen las respectivas reuniones con los representantes del grupo subregional y local del GIC-PA quienes están comprometidos con el sector de la pesca y la acuicultura, bajo la visión del aprovechamiento sostenible y el enfoque ambiental en los procesos productivos.

Se propone por lo tanto la instalación de freezer recomendados para proyectos de energía solar fotovoltaica, cada uno con una capacidad de 390 litros con temperaturas manejables entre -5°C hasta -15°C y con funcionamiento en Corriente Directa DC, de esta manera se logrará almacenar en buenas condiciones los productos de la actividad comunitaria para proveer de alimento fresco a los miembros del territorio colectivo y de igual forma promover la comercialización en volumen e incrementar el potencial competitivo de la pesca y aumentar sus ingresos, así como la creación, organización y empoderamiento de comités de gestión comunitarios asociados al proyecto y que trabajarán en red para la promoción de la apropiación social y sostenibilidad energética.

De acuerdo al análisis realizado por el equipo de oferta energética del PERS sobre los recursos renovables en la zona, la energía solar, la hídrica y la del océano, son fuentes alternativas de energía que presentan alto potencial de generación de energía eléctrica. Sin embargo, en relación con aspectos de obra civil y estudios de prefactibilidad, la energía solar se constituye en una alternativa competitiva para la generación de energía eléctrica para el sistema de refrigeración. En ese sentido, se propone instalar un sistema solar fotovoltaico compuesto por paneles solares de alto rendimiento para la captura y conversión de la radiación solar, sistemas de acumulación de la carga mediante baterías selladas, libres de mantenimiento y de alto ciclado, controladores de carga con tecnología MPPT y protocolo de comunicaciones con compatibilidad para transmitir información vía remota, así como los elementos correspondientes a las instalaciones eléctricas en DC/AC tanto del cuarto de equipos de la planta de energía, como de las instalaciones eléctricas para la conexión de los congeladores, la iluminación y ventilación del centro de acopio.

Una componente importante que será tenida en cuenta de manera transversal en todas las fases de diseño del proyecto es la correspondiente a la sostenibilidad energética y apropiación social acorde a los contextos locales de las comunidades. De esta manera la propuesta contempla realizar en campo los respectivos estudios previos en las componentes social, técnica, ambiental y financiera, así como la articulación de la comunidad en la implementación y ejecución del proyecto, mediante la conformación de Comités de Gestión Local – CGL que serán empoderados para la administración del proyecto y definición de las actividades productivas derivadas.

3. IDENTIFICACIÓN

3.1. Diagnóstico de la Situación Actual

3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada por el Proyecto

La cabecera municipal de Juradó está localizada aproximadamente a 320 kilómetros de la capital del departamento del Chocó (Quibdó), al noroeste de la misma, a los 07° 06 41” de latitud Norte y a los 77° 46 17” de longitud Oeste del meridiano de Greenwich (Figura 1), a unos 5 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 27°C y que varía de acuerdo a la época del año y los factores climáticos entre 25 y 33 grados centígrados. Presenta una humedad relativa permanente del 95% y una precipitación media anual de 4.980mm. El municipio de Juradó se encuentra ubicado a 95 Km de Bahía Solano, tiene una extensión de 1353km². Juradó posee una población 3319 habitantes.

Gracias a la abundancia y diversidad del recurso, la pesca es muy importante en la producción de alimento como recurso primario de los habitantes del municipio, ya que la gran mayoría de pobladores a orillas del mar se benefician de la pesca y casi en todas las casas cuentan con equipos para pesca artesanal.

La pesca se realiza en forma artesanal y el producto abastece al mercado local y los excedentes se venden a una pequeña pesquera ubicada en el corregimiento de Punta Ardita, la cual comercializa el producto con el interior del país por la vía Bahía Solano – Quibdó – Medellín o Buenaventura.

El municipio de Juradó tiene enormes potencialidades para la explotación pesquera; por ello a través de este proyecto se busca que además de conseguir un mejor desarrollo económico de la producción pesquera, también se pueda incentivar a los habitantes del territorio para que puedan utilizar energías limpias con el medio ambiente y así suplir una necesidad tan importante como el servicio de energía.

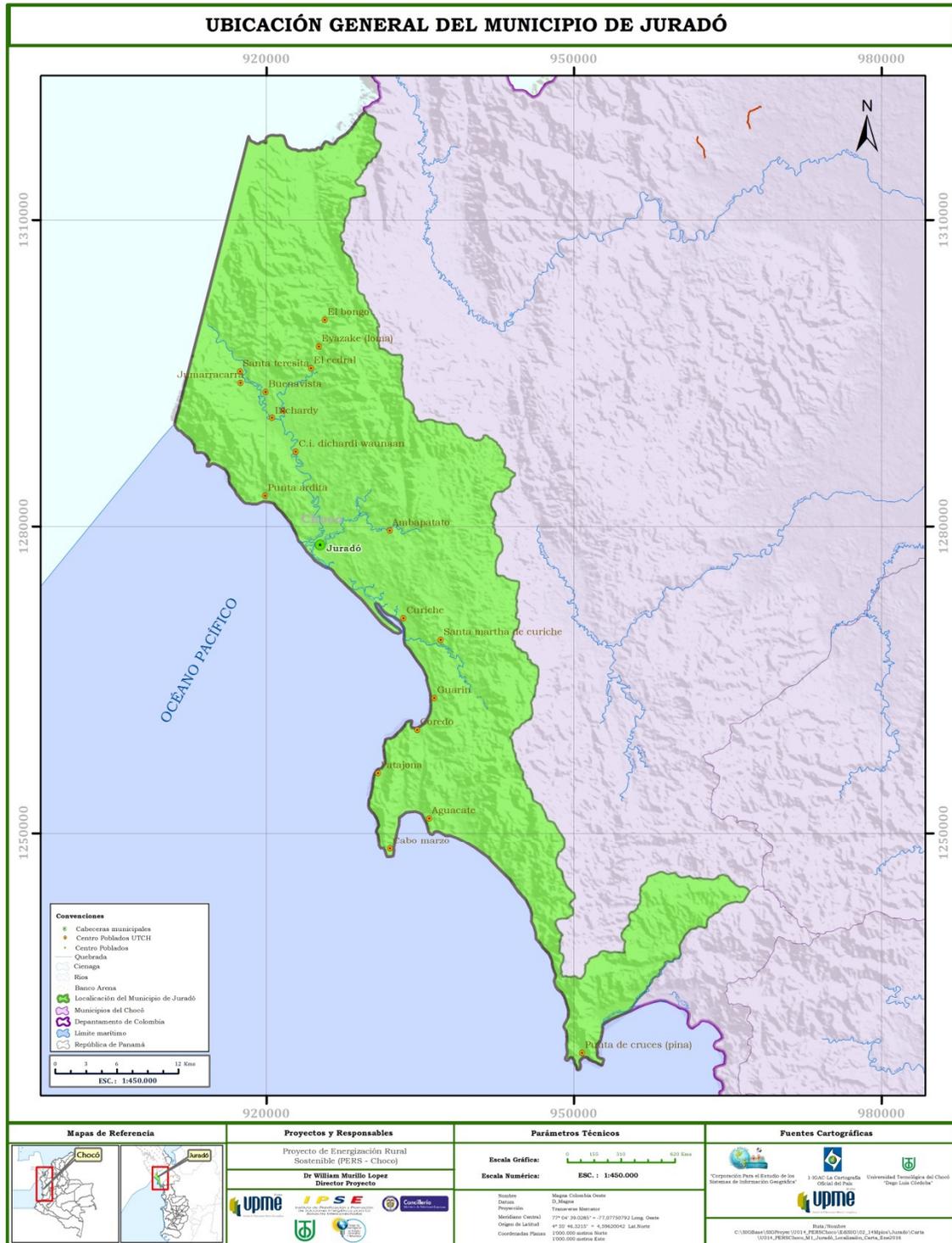


Figura 1. Localización general del municipio de Juradó.

3.1.2. Diagnóstico de los Participantes

La formulación, gestión y ejecución del proyecto contará con la participación de diferentes partes involucradas o “*Stakeholders*”. Estas partes son:

- Miembros del sector productivo de la pesca en el municipio.
- Alcaldía del municipio de Juradó.
- Universidad Tecnológica del Chocó.

En la Tabla 1 se detallan los participantes en el proyecto.

Tabla 1. Listado de participantes en el proyecto.

Participante	Posición	Tipo de Contribución	Experiencia Previa
Miembros del sector productivo de la pesca en el municipio.	Beneficiarios	Recurso Humano	Conocimiento y experiencia en los temas relacionados con la pesca artesanal en el municipio.
Alcaldía del municipio de Juradó.	Cooperante	Gestión de recursos económicos y Recurso Humano	Planificación y gestión de recursos para el fortalecimiento del sector productivo del municipio.
Universidad Tecnológica del Chocó.	Cooperante	Recurso Técnico y Humano	Generación de capacidades en cooperativismo para comunidades del departamento del Chocó. Formulación y ejecución de proyectos de inversión.

3.1.3. Diagnóstico del Servicio

El municipio de Juradó está fuera del sistema de interconexión eléctrica del país; por ellos algunos corregimientos se abastecen de energía por medio de plantas Diesel de lunes a jueves en horario de 6:30 pm a 11:00 pm y de viernes a domingos y festivos de 6:00 pm a 1:00 am.

La actividad pesquera en los últimos años viene tomando fuerza, teniendo en cuenta el número de personas involucradas y los volúmenes producidos. La pesca se realiza en forma artesanal, el producto abastece al mercado local. Las zonas de influencia pesquera aprovechable por los pescadores artesanales comprenden el área aledaña a Cabo Marzo y Punta de Brea, área que también realiza pesca de la flota pesquera industrial de forma ilegal generando detrimento en la actividad pesquera artesanal local.

En la actualidad la mayoría de familias beneficiarias del sector pesquero están vinculadas a la Asociación de Pescadores Artesanales de la Frontera (ASOPESFRON) que realiza aprovechamiento de especies como Atún, Bravo, Cherna, Jurel, Pargo, Robalo, Sierra Wahoo, Pez Vela, Sardinata, Bonito, Cojinúa y Jurelillo. Existe también un grupo de mujeres cabeza de hogar denominado “EL DORADO”, el cual se dedica al procesamiento y comercialización del pescado (Plan de Asistencia Técnica del Municipio Juradó 2015).

3.2. Marco de Referencia

3.2.1. Contribución a la Política Pública

La ejecución del proyecto contribuiría al cumplimiento de los lineamientos de política pública establecidos en la Estrategia Transversal número uno (1): *Infraestructura y Competitividad Estratégica* del Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 “Todos por un Nuevo País” en la que se define la Productividad y Competitividad como ejes articuladores del desarrollo rural/local. En este sentido el proyecto aumenta las posibilidades de competitividad del sector de la pesca en el municipio debido a que mejora la infraestructura para garantizar la calidad de conservación del producto. Adicionalmente, la generación de capacidades en cooperativismo para los pescadores aumenta las posibilidades de ingresar a mercados específicos (como tiendas de cadena) en los que se requiere unos parámetros de calidad y sostenibilidad de cantidades de producto de acuerdo a las necesidades del comprador.

El proyecto también aportaría a la ejecución de la Estrategia Transversal Nacional número seis (6): *Crecimiento Verde*; la cual tiene como visión avanzar hacia un crecimiento sostenible (desarrollo) y bajo en carbono ya que en esta iniciativa se pretende atender el requerimiento energético a través del uso de fuentes renovables.

A nivel regional, el proyecto se articula al Plan Departamental de Desarrollo del Chocó 2012 – 2015 “*Un Nuevo Chocó para Vivir*” en su Capítulo VI: CUARTO DESAFIO; LA CREACION DE LAS BASES SOLIDAS PARA SALIR DE LA POBREZA MATERIAL,

literal 6.1.3.7. *Equipamiento urbano para la productividad y la competitividad*, en el que se plantea la necesidad del acopio estratégico de los productos naturales como mecanismo para mejorar las posibilidades de articulación a sistemas adecuados de transporte y comercialización.

No obstante, a que el Plan de Desarrollo Municipal de Juradó 2012 – 2015 “*Para que el Cambio Continúe*” plantea un apartado orientado al Desarrollo Pesquero, Maderero y Agropecuario no se identifican líneas estratégicas claras para el fortalecimiento del sector productivo pesquero del ente territorial.

3.3. Problema Central, Causas y Efectos

La aplicación del marco lógico como método de identificación de problemas, causas y efectos, generó los siguientes resultados:

Problema central: Baja confiabilidad y estabilidad del suministro del servicio de energía eléctrica para el mantenimiento de la infraestructura que permita la adecuada cadena de frío de la pesca artesanal en el municipio de Juradó (Figura 2).

Causa directa A: Deficiente cobertura de redes del sistema nacional de interconexión eléctrica en zonas rurales del Chocó.

Causas Indirectas A:

A1 Insuficiente interés del gobierno central

A2 Deficiente gestión del gobierno local

Causa directa B: Bajos niveles de conocimiento sobre la implementación de energías a base de fuentes renovables.

Causas Indirectas B:

B1 Escasas oportunidades de formación de la comunidad

Efecto directo AA: Baja capacidad de infraestructura para garantizar la cadena de frío de la pesca en grandes cantidades.

Efectos Indirectos AA:

AA1 Alto porcentaje de deterioro de producto por deficiencias en la cadena de frío.

Efecto directo BB: Reducida capacidad para acceder a mercados que demandan de condiciones específicas de cantidad y calidad del producto.

Efectos Indirectos BB:

BB1. Bajo nivel de ingresos económicos generado por la cadena productiva de la pesca.

BB2. Incremento del número de personas dedicadas a actividades ilícitas.

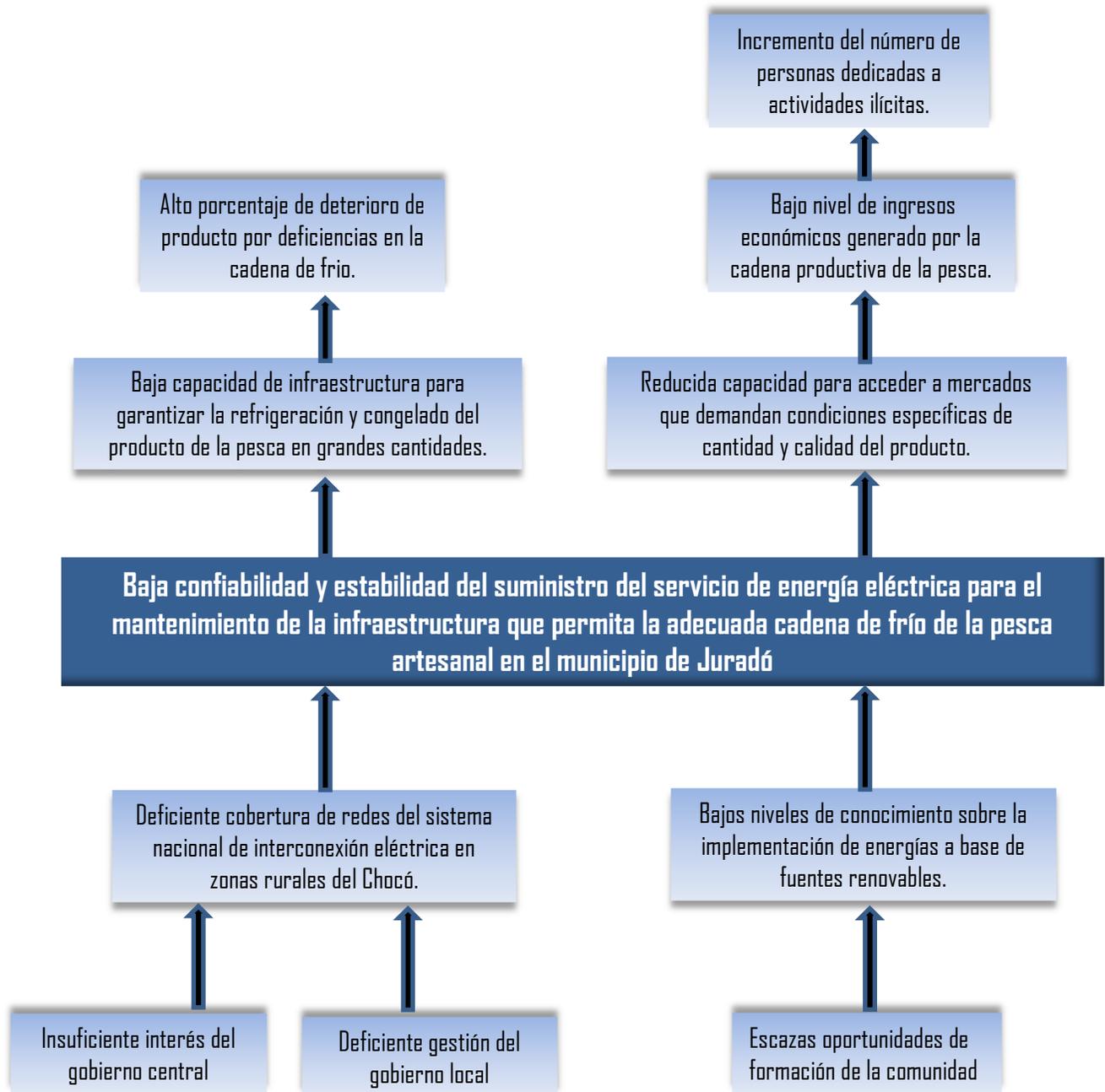


Figura 2. Árbol de problemas, causas y efectos.

4. FORMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA

4.1. Nombre de la Alternativa

Diseño de un sistema de energía eléctrica con fuente renovable para el fortalecimiento de la pesca artesanal del Municipio de Juradó, Departamento del Chocó.

4.2. Objetivos

4.2.1. Objetivo General

- Diseñar un sistema de energía eléctrica a base de fuentes renovables que garantice la estabilidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica para el mantenimiento adecuado de la cadena de frío de la pesca artesanal en el municipio de Juradó.

Objetivos Específicos

- Precisar la demanda de energía eléctrica para el mantenimiento de la cadena de frío de la pesca en un centro de acopio comunitario del municipio de Juradó.
- Valorar el potencial de generación de energía fotovoltaica en el área de influencia del proyecto.
- Diseñar un sistema de energía solar fotovoltaico que satisfaga los requerimientos de oferta y demanda del servicio de energía de forma viable y sostenible.

4.3. Productos, Actividades y Personal Requerido

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se plantea realizar el proyecto en dos (2) fases, cada una de las cuales tiene sus respectivos productos y/o resultados por actividades de proyecto, como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Detalle de actividades, productos y personal requerido.

FASE	DESCRIPCIÓN DE LA FASE	No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO/PRODUCTO	PROFESIONAL REQUERIDO
Fase 1	Realizar una caracterización geográfica, demográfica, etnográfica, climatológica y económica detallada del municipio de Juradó	A1.1	Gestión de la reunión inicial de socialización del proyecto	R1.A1. Gestionada la reunión de socialización inicial del proyecto.	Profesional social, Profesional en Ingeniería
		A1.2	Socialización del proyecto ante las autoridades comunitarias y entidades territoriales	R1.A2. Socializado el proyecto ante las autoridades comunitarias y locales	
		A1.3	Recopilación de información primaria necesaria sobre: geografía, demográfica, etnográfica, climatológica, economía, uso de suelos, licencias ambientales (encuestas, entrevistas, georreferenciación)	R1.A3. Recopilada la información primaria social, ambiental, económica y técnica	
		A1.4	Identificación en campo del potencial de producción de pesca artesanal y concertación con la comunidad y administración local para la identificación, selección y legalización del espacio físico comunitario donde funcionaría el centro de acopio.	R1.A4. Identificado el potencial productivo de pesca. Definido y legalizado el espacio físico comunitario para el funcionamiento del centro de acopio.	

FASE	DESCRIPCIÓN DE LA FASE	No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO/PRODUCTO	PROFESIONAL REQUERIDO
		A1.5	Identificación de las capacidades organizativas y de administración al interior de la comunidad sujeto de estudio (técnicas y conocimiento); así como de la estructura de gobierno del territorio étnico	R1.A5. Identificadas las capacidades organizativas y administrativas de las comunidades sujeto de estudio.	
		A1.6	Elaborar documento de caracterización	R1.A6. Elaborado el documento de caracterización	
Fase 2	Diseño del sistema de energía solar fotovoltaico para el suministro de electricidad a una cadena de frío	A2.1	Dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV con todas sus componentes y equipos	R2.A1. Realizado el dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV con todas sus componentes y equipos	Profesional en Energía Renovable

Fuente: Pedro Pineda, PERS 2015

4.4. Identificación y Descripción de la Innovación Propuesta

4.4.1. Línea base de la cobertura energética en Juradó

La energización rural con energía solar fotovoltaica ha demostrado ser competitiva en regiones remotas de difícil acceso, debido por un lado a la alta dificultad de la extensión de las redes eléctricas del sistema Interconectado Nacional SIN, así como por los altos costos asociados a la disponibilidad, compra y suministro permanente de combustible fósil de uso convencional en plantas de gasolina y diésel. Para el caso específico del Municipio de Juradó no existen usuarios de energía eléctrica conectados al SIN y aunque como se mencionó anteriormente el índice de cobertura de energía eléctrica ICEE de la cabecera municipal es del 100% y de las zonas rurales es del 96,82% de acuerdo al SIEL (Informe de Cobertura de Energía 2014) la fuente de energía es principalmente el diésel y la gasolina, que se transportan por el mar pacífico desde Buenaventura, elevando aún más los costos y la confiabilidad de la oferta de energía permanente que afecta la estabilidad requerida por la cadena de frío y por lo tanto de los esquemas productivos que potencialicen la actividad pesquera artesanal.

4.4.2. Energía solar para mejorar la actividad pesquera artesanal

En el departamento del Chocó la tecnología solar ha tenido una amplia difusión a través de distintos programas de cooperación internacional y de gobierno realizados en la región, principalmente para la energización de centros educativos rurales y algunas aplicaciones para la refrigeración de alimentos, almacenamiento de medicamentos mediante la conservación de la cadena de frío, alumbrado público y de viviendas remotas, así como para la energización de sistemas de comunicaciones. Sin embargo y a pesar de los esfuerzos realizados, la brecha de energización rural para cubrir la seguridad alimentaria en términos de almacenamiento, conservación y comercialización de alimentos sigue siendo bastante alta y se requieren de esfuerzos adicionales que acompañen a las comunidades en el proceso de empoderamiento y articulación con esquemas productivos. La pesca y la agricultura son la base de la alimentación de los habitantes del Pacífico Norte en el departamento del Chocó y junto con la actividad forestal conforman el principal ingreso de sus pobladores y se pueden distinguir tres áreas, a saber: pesca industrial, pesca artesanal y acuicultura, teniendo como sus principales sitios de desarrollo las poblaciones de Tumaco, Guapí, Buenaventura, Nuquí y Bahía Solano. De esta manera, la pesca es la fuente no solo de ingresos sino de proteína más inmediata que tienen las comunidades, pero ha sido evidente la disminución de las capturas a pesar del aumento del esfuerzo y del tiempo de los pescadores, esto debido por una lado a la disminución de la rentabilidad de la actividad y a la baja competitividad de la pesca

artesanal por los elevados costos de operación asociados a los combustibles y costos de transacción, así como por la carencia de sistemas que mantengan de manera adecuada la cadena de frío. Esto obliga a pensar en la necesidad de mejorar esta actividad con el fin de hacer un mejor aprovechamiento de este recurso pesquero.

4.4.3. Descripción de la Solución Energética

La solución en el municipio de Juradó contempla la adecuación de un Centro de Acopio para la refrigeración y congelación de pescado y productos de mar de la región, derivados de la pesca artesanal, mediante el suministro de energía eléctrica por parte de un sistema de energía solar fotovoltaico dimensionado para suministrar la energía diaria necesaria para la cadena de frío demandada por los congeladores, tomando como base la capacidad de producción y de almacenamiento requerida por la población objeto de estudio. De acuerdo a la información suministrada por la entidad territorial, la capacidad total de producción de pesca artesanal está del orden de 2,5 Toneladas de pesca artesanal por semana, lo cual sugiere una capacidad de almacenamiento de pesca semanal en promedio de 625 kilogramos, que será cubierta por congeladores ubicados dentro del centro de acopio, lugar que contará también con iluminación LED para el trabajo nocturno y ventilación.

Un análisis de la demanda energética requerida para la energización de la cadena de frío permite establecer de manera preliminar la oferta de energía necesaria para el cubrimiento de la necesidad descrita. En primer lugar se debe calcular el número de congeladores requeridos para el almacenamiento de las 2,5 Toneladas de pesca artesanal.

4.4.3.1 Determinación del Número de Congeladores del Centro de Acopio

En el mercado de equipos para proyectos con fuentes de energía renovable, existe una amplia variedad de posibilidades para la selección de refrigeradores y congeladores de baja potencia para cadenas de frío. Existen equipos para conexión tanto en DC (Corriente Directa) como en AC (Corriente Alterna). Para este proyecto se proponen congeladores para conexión en DC con las siguientes características técnicas:



Especificaciones:

Voltage	10-31VDC
Energy Use	800 Watt-hrs/day @ 32C, -12C Freezer (67 Amp-Hr @12V)
Gross Capacity:	390L / 14.7 cubic feet
Exterior Size	161 x 73 x 87 cm (WxDxH)
Shipping Size	169 x 79 x 93 cm (WxDxH)
Weight:	175 lbs including packaging

Capacidad real de almacenamiento: 368 L (13.87 pies cúbicos = 0.40 m³).

Con el fin de estimar el número total de refrigeradores necesarios para el almacenamiento de la pesca artesanal, se estima el volumen total de espacio que debe estar disponible para el almacenamiento del producto. Este volumen se encuentra a partir de la masa total de la pesca y de la densidad promedio de los cuerpos de los productos marinos. Con base en estudios realizados, la densidad promedio del cuerpo de un pescado es variable en función de su especie, tamaño, la cantidad de agua que fluye en su interior y del sistema de aeración adaptado en su ecosistema. Para efectos de almacenamiento de productos animales congelados, la Universidad Politécnica de Valencia ha determinado estas densidades volumétricas las cuales se presentan a continuación:

PRODUCTO	ALTURA [m]	D.S. [kg/m ²]	D.V. [kg/m ³]
Arenques en tonel o caja	6,0	1500	250
Arenques enteros	6,0	1200	200
Ostras	6,0	900	150
Almejas	6,0	900	150
Bacalao seco	4,0	1800	450
Ahumados	6,0	1200	200
Pescado en general	6,0	2400	400

Tabla 1.14.d. Alturas y densidades de almacenamiento para pescados diversos refrigerados (Rango 0 °C).

Si se toma como producto el pescado en general, se tienen densidades de 400 kg/m^3 , lo cual significa que para el caso del congelador descrito se podría almacenar una cantidad de pescado en kilogramos descrita por:

$$m = \rho * V \text{ (kg)} = 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.40\text{m}^3 = 160 \text{ kg/congelador}$$

Donde ρ es la densidad del pescado en kg/m^3 y V es el volumen disponible de almacenamiento por cada congelador. Dado que la producción estimada de 2500kg es mensual y de acuerdo a las dinámicas propias de mercado que se generen con las comunidades, el volumen disponible dependerá del grado de rotación (entrada-salida) del producto. Si tomamos que este grado de rotación de los productos debe ser como mínimo quincenal, esto significa que se debe disponer de una capacidad de refrigeración promedio mínima de 1250 Kg cada quince días. Esto equivale a un número de refrigeradores dado por:

$$\# \text{ Congeladores} = \frac{\text{Capacidad de refrigeración quincenal}}{\text{Capacidad de refrigeración por congelador}}$$

$$\# \text{ Congeladores} = \frac{1250 \text{ kg}}{160 \text{ kg}} = 7.8 \approx 8$$

4.4.3.2 Determinación de la demanda energética

Una vez determinados el número mínimo de congeladores promedio requeridos para el almacenamiento de los productos de pesca artesanal, se procede a realizar el cálculo de la demanda de energía diaria mínima que deberá ser ofertada por el sistema de energía renovable. El cuadro de cargas siguiente muestra el cálculo de la energía diaria a demandar:

n°	Receptor	P (W)	h /día	Energía a Demandar en CA (kWh/día)
5	Iluminarias Internas	10	6	0,3
2	Iluminarias Externas	15	6	0,18
3	Ventiladores	80	4	0,96
8	Refrigerador / Congelador	33	24	6,336
1	PC	60	8	0.48
Energía Diaria				8,256

Demanda de Energía Diaria $\approx 8.3 \text{ kwh/día}$

Teniendo en cuenta los resultados del documento de oferta energética donde se analiza el potencial energético de las distintas fuentes de energías renovables que se dispone en la región, se han identificado las siguientes fuentes renovables de energía para la región de Juradó:

Municipio	Fuentes de Energía Renovable	Tipo de Tecnología
Juradó	Energía Eólica Marítima	Eólica Off Shore – a 50 m de altura
	Energía Hídrica	PCH - Pequeña Central Hidroeléctrica
	Energía Solar	SFV - Solar Fotovoltaica

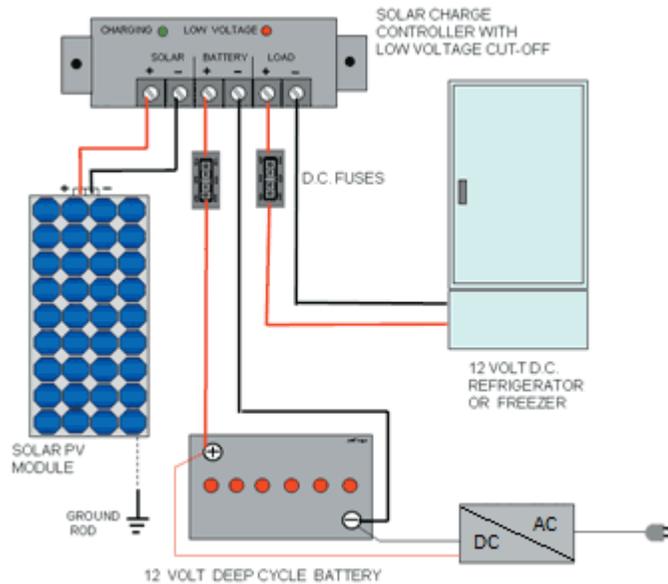
Para los fines requeridos de suministrar energía al centro de acopio en la zona costera de Juradó se observa que si bien hay varias fuentes de energía renovable que podrían llegar a cubrir la energía requerida para los fines pertinentes, las PCH requieren de estudios e inversiones mucho más elevados por unidad de kW instalado que la Solar Fotovoltaica y la Eólica para el tamaño del proyecto.

Para el análisis de las distintas alternativas y la búsqueda de la configuración más óptima, se pueden utilizar herramientas como el RETScreen International y el HOMER Pro. Para hacer un análisis en detalle de la optimización de los componentes de nuestro sistema, HOMER entrelaza las variables de la oferta energética, la demanda energética y busca la más óptima.

En el **ANEXO TÉCNICO** del proyecto, se presenta en detalle el proceso del Análisis de Alternativas Energéticas con HOMERPro. El análisis de optimización con HOMER presenta a la energía solar fotovoltaica como la más adecuada para los fines de suministro de energía limpia y permanente para el centro de acopio de refrigeración de la pesca artesanal. El sistema solar fotovoltaico aislado está compuesto por paneles solares de alto rendimiento para la conversión de la energía de la radiación solar en energía eléctrica, cuya carga es almacenada en un banco de baterías de plomo ácido selladas (tipo GEL o AGM) y que es controlada por un regulador de carga con tecnología MPPT (Maximun Power Point Tracking). Dado que actualmente en el mercado existen variedad de congeladores que funcionan con DC, se propone que la mayoría de equipos se conecten a la red DC, así como la iluminación LED. También se dispondrá de un inversor de onda senoidal pura, a 60Hz, 120 Vrms, con el fin de suministrar energía a pequeñas cargas en AC, tales como la iluminación externa, un sistema de comunicaciones y ventiladores.

El siguiente es un esquema preliminar del diseño conceptual de ingeniería para el sistema de refrigeración con energía solar fotovoltaico en el centro de acopio de pesca artesanal de Juradó (Punta Ardita), el cual detalla la conexión de paneles solares, controlador de carga,

baterías, inversor DC/AC, protecciones eléctricas, conexión a tierra y el congelador /refrigerador en DC.



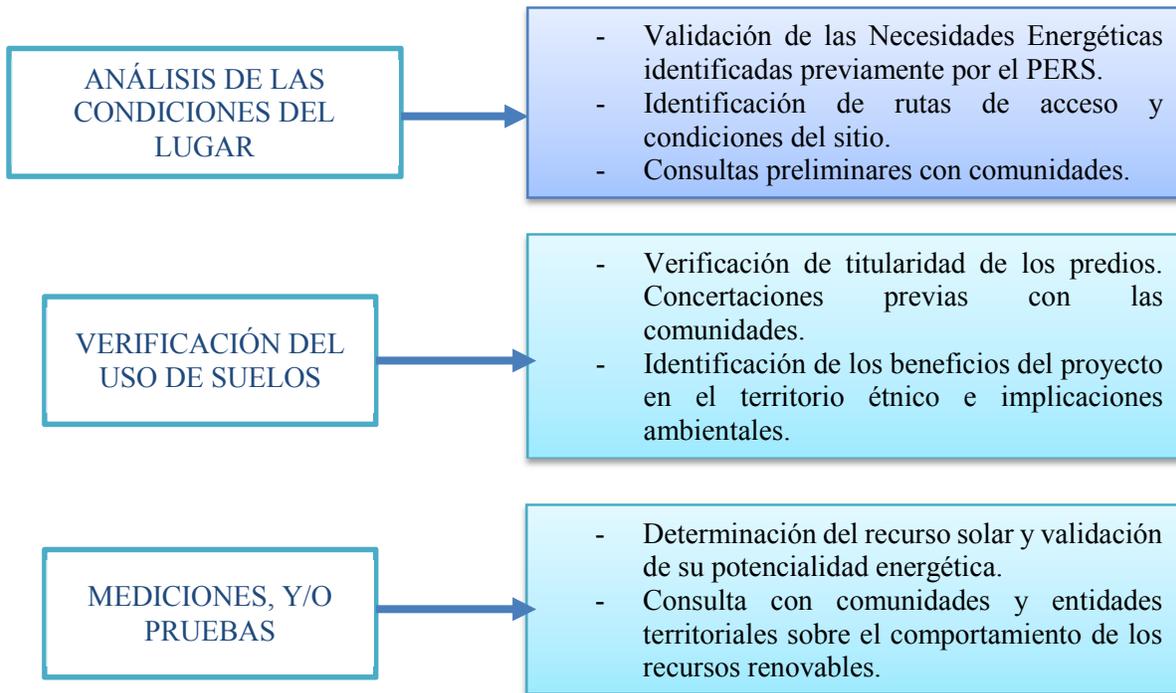
Para la implementación del proyecto se requiere contar previamente con la infraestructura adecuada y adaptada para el Centro de Acopio en el Corregimiento de Punta Ardita, por lo que parte de las actividades de la fase inicial del proyecto contempla la obtención de los permisos del uso del suelo y titularidad del predio suministrado por la autoridad territorial, así como verificación de disponibilidad de la infraestructura física donde se albergarán los congeladores.

4.5. Metodología y Distribución de Responsabilidades

Como se observa, el inicio del proyecto parte de una correcta caracterización de las distintas componentes que deben ser gestionadas desde la oferta y la demanda de energía para promover la sostenibilidad del sistema de energía renovable y de manera transversal al proceso de suministro e instalación de la solución energética se realiza un acompañamiento a la apropiación social del proyecto con las comunidades intervenidas, así como se define un plan de sostenibilidad para la etapa de operación y explotación del proyecto.

Con el fin de articular el esquema de ejecución operativa presentado en la Tabla 2 con la metodología de desarrollo del proyecto, se abordarán por cada una de las fases los siguientes procedimientos.

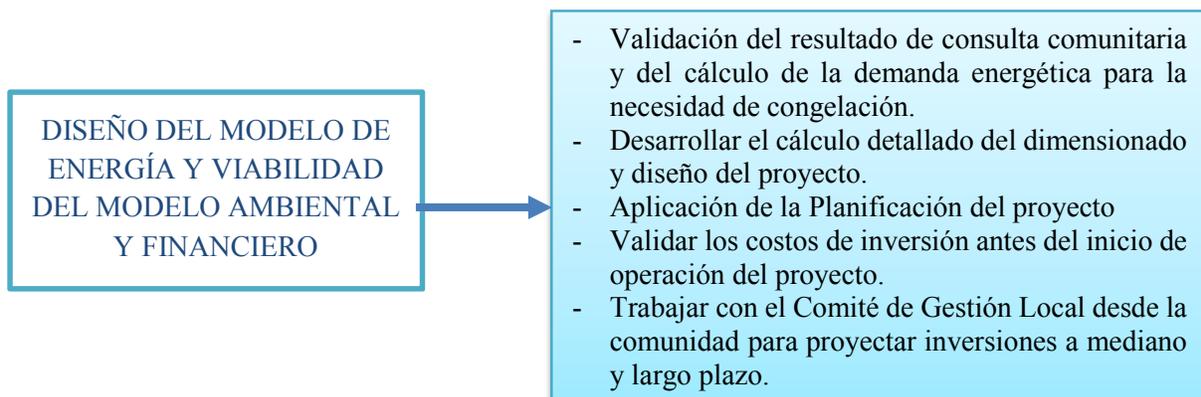
Para la fase 1 se tendrá en cuenta:



Fuente: Pedro Pineda, PERS 2015

Como se describió en la tabla 2 de actividades, resultados y personal requerido, para cada una de las fases es necesario contar con un equipo de profesionales con experiencia en el diseño e implementación de proyectos de energía solar en ZNI y/o análisis de la gestión ambiental y energética de proyectos de energía limpia. Se requiere por lo tanto del acompañamiento de un profesional en energía renovable, uno en el área social con experiencia en trabajo con comunidades afrocolombianas e indígenas.

En la Fase 2, se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos:



4.2. Indicadores de Objetivo General, de Producto y de Gestión

En la tabla 3 se relacionan los indicadores de verificación del cumplimiento del objetivo general (IVO), de los productos (IVP) y de gestión del proyecto (IVG).

Tabla 3. Indicadores del proyecto.

TIPO	DESCRIPCION	No.	INDICADOR
	OBJETIVO GENERAL		
IVO	Diseñar un sistema de energía alternativa que permita el mantenimiento de la cadena de frío de la pesca en un centro de acopio comunitario de Nuquí, como estrategia para el fortalecimiento del potencial competitivo del sector pesquero del municipio.	IVO1	Dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV verificados y ajustados en todas sus componentes.
	PRODUCTOS		
IVP	Documento de caracterización de línea base del proyecto. Diseños del sistema de energía solar FV con todos sus componentes.	IVP1	Al segundo mes de ejecución del proyecto se contará con un documento de línea base en las componentes social, económica y energética-ambiental. Diseños del sistema de energía solar FV con todos sus componentes.

4.6. Bienes y/o Servicios

Se pretende dotar a la comunidad, en especial al sector pesquero artesanal del municipio de Jurado de la infraestructura eléctrica fotovoltaica para el funcionamiento de la cadena de frío de la pesca, a través de un centro de acopio comunitario.

Se establecerá la cadena de frío mediante un sistema de energía fotovoltaico para 7 refrigeradores con capacidad de almacenamiento real de 368 litros cada uno, los cuales pueden conservar los 2.500 kilogramos de pesca artesanal que en promedio semanal se tiene estimado para este municipio. El sistema propuesto es de menor costo de operación que su similar a través del uso de energía convencional.

4.7. Beneficios

La implementación de un proyecto de esta naturaleza, genera beneficios a la comunidad receptora no solo desde el punto de vista social, sino que también algunos de tipo monetario, es decir, incremento de sus ingresos toda vez que no se presentaría la pérdida total de un porcentaje de la producción de la pesca artesanal por falta de conservación en una cadena de frío, cantidad que se estima en un 20% anual de la producción total; en otros casos, se supone que un 15% de la restante, los pescadores ya no se verían abocados a venderla a bajo precio (actualmente se considera una desmejora del 50% en el precio por esta situación) por el temor de perderlo todo por falta de refrigeración como sucede en la actualidad, lo cual también se traduce en incremento de los ingresos; otro aspecto relacionado con beneficios cuantificables, es la estimación que se hace de un incremento en 25% de la producción actual de la pesca artesanal, incremento jalonado por las mejores condiciones de conservación que ofrecería la cadena de frío como resultado de la alternativa de energía renovable con un sistema fotovoltaico, pues los pescadores intensificarían sus faenas en la seguridad de contar con los equipos suficientes para la conservación de mayores cantidades, y finalmente, los aspectos anteriores unidos conllevaran a mejores condiciones de comercialización del producto inclusive a nivel regional y nacional y la consecuente mejoría en precios, los cuales se podrían incrementar en un mínimo del 5% para la producción actual, porcentaje en cual incrementarían sus ingresos.

4.8. Esquema de Sostenibilidad

De acuerdo al World Energy Council (WEC), la sostenibilidad energética o también llamada sustentabilidad energética es entendida como el equilibrio entre tres dimensiones principales: la seguridad energética, la equidad social y la mitigación del impacto ambiental. En los proyectos de energización rural con fuentes alternas de energía, el equilibrio de estas tres dimensiones representa un reto en torno al balance de las complejas interconexiones requeridas entre el sector público y privado, así como la articulación de las entidades territoriales, entes regulatorios, recursos renovables disponibles, normatividades vigentes y el comportamiento colectivo y dinámico de las comunidades.

Con base en las experiencias previas de proyectos de energización rural realizados en el Departamento del Chocó por parte de organismos de cooperación internacional como el BID, USAID, OEI y de entidades del gobierno como COLCIENCIAS, se han registrado un conjunto de lecciones aprendidas que son insumo importante para la formulación de nuevos proyectos y la definición del Plan de Sostenibilidad de los mismos.

Realizando una revisión del banco de proyectos implementados en el departamento por parte del equipo de Oferta Energética del PERS, se ha identificado que algunas de estas experiencias de energización rural han fallado en la componente de apropiación social por parte de las comunidades intervenidas, así como en la falta de gestión de la oferta y demanda de la energía por parte de los usuarios o población objetivo, una vez se implementan los proyectos.

En el año 2015, el programa de Ideas para el Cambio de COLCIENCIAS implementó la convocatoria Pacífico Pura Energía, la cual benefició a cuatro comunidades del Departamento del Chocó con proyectos de energía renovable para usos productivos. En esta convocatoria se presentó por parte de la alianza INSITU - COLCIENCIAS, una estrategia de sostenibilidad que incluye a las comunidades intervenidas como actores directos y prioritarios en el esquema de sostenibilidad. En la Figura 4, se presenta el esquema de sostenibilidad del trilema mencionado anteriormente, donde la apropiación social es transversal a todo el proceso de implementación de los proyectos:



Figura 3. Esquema de Sostenibilidad Energética

Fuente: PINEDA, Pedro. INSITU – COLCIENCIAS. 2015

Cuando se introduce el término de sostenibilidad, generalmente se piensa en una serie de acciones que ocurren en una línea de tiempo a mediano y largo plazo. Sin embargo, es importante perfilar este conjunto de acciones desde el momento inicial de la implementación

del proyecto, con el fin de articular los elementos que corresponden a la apropiación social y a la definición de esquemas productivos. En la figura 5 se ilustran algunas acciones requeridas en cada una de las etapas de implementación del proyecto y constituyen la base del plan de sostenibilidad de los proyectos del PERS Chocó:

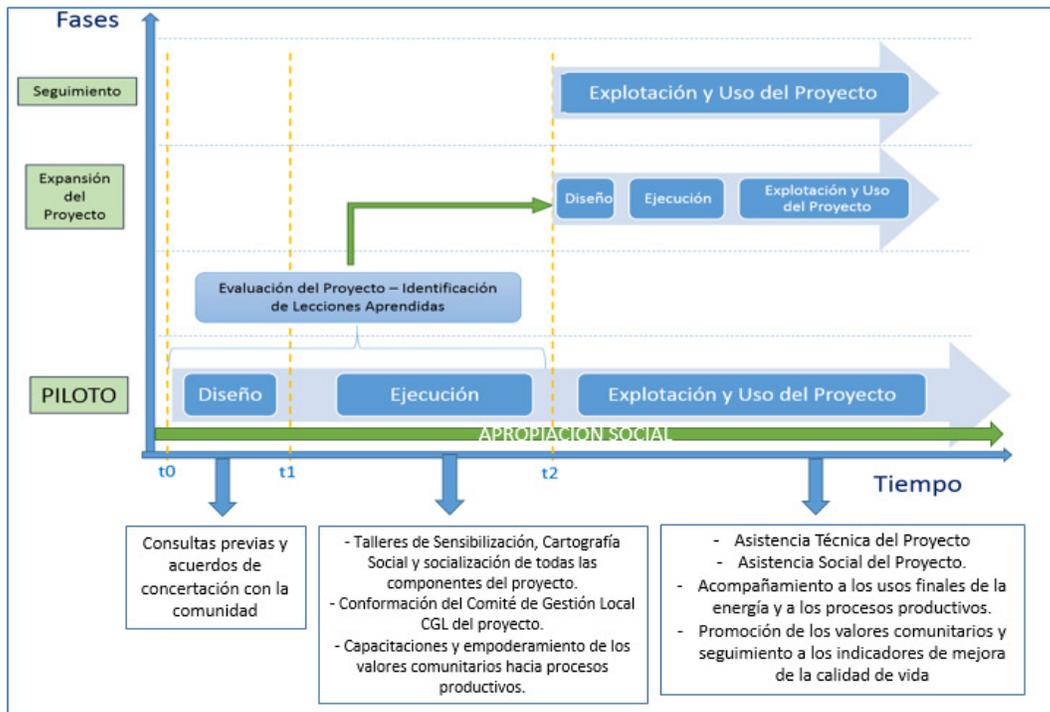


Figura 4. Acciones para la promoción de la sostenibilidad del proyecto

Fuente: PINEDA, Pedro. INSITU – COLCIENCIAS. 2015

Como se observa en el esquema anterior, es necesario tener en cuenta un conjunto de acciones básicas tanto en el diseño, como en la ejecución y explotación de los proyectos de energización rural, con el fin de promover su sostenibilidad. El proyecto de “*Diseño e implementación de un sistema de energía alternativa para incrementar el potencial competitivo del sector pesquero del municipio de Juradó*”, tendrá en cuenta estas dimensiones y hará énfasis en la importancia de realizar un acompañamiento a la asistencia técnica y social tanto del proyecto de energía, como de la población objetivo intervenida. Los elementos que constituyen la asistencia técnica y social en la etapa de explotación del proyecto serán construidos sobre la base de acciones que respondan al fortalecimiento de esquemas productivos derivados de la pesca artesanal y que contribuyan al empoderamiento económico – social comunitario, local y regional. De igual forma se identificará un mapa de actores potenciales para su articulación con los usos finales de la energía y con los productos y subproductos derivados del trabajo comunitario.

Tabla 4. Cronograma

FASE	OBJETIVO DE LA FASE O COMPONENTE	No.	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Fase 1	Realizar una caracterización geográfica, demográfica, etnográfica, climatológica y económica detallada del municipio de Juradó	A1.1	Gestión de la reunión de inicio de socialización del proyecto							
		A1.2	Socialización del proyecto ante las autoridades comunitarias y entidades territoriales							
		A1.3	Recopilación de información primaria necesaria sobre: geografía, demográfica, etnográfica, climatológica, economía, uso de suelos, licencias ambientales (encuestas, entrevistas, georeferenciación)							
		A1.4	Identificación en campo del potencial de producción de pesca artesanal							
		A1.5	Identificación de las capacidades organizativas y de administración al interior de la comunidad objeto de estudio (técnicas y conocimiento); así como de la estructura de gobierno del territorio étnico							
		A1.6	Elaborar documento de caracterización							

FASE	OBJETIVO DE LA FASE O COMPONENTE	No.	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Fase 2	Diseño del sistema de energía solar fotovoltaico para el suministro de electricidad a una cadena de frío	A2.1	Dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV con todas sus componentes y equipos.							

Tabla 5. Presupuesto General*

Rubros presupuestales	Contrapartida Universidad Tecnológica del Chocó (en especie)	Contrapartida Gobernación del Chocó (en especie)	Contrapartida de la comunidad (en especie)	Total contrapartidas (en especie)	Solicitud de efectivo	TOTAL
Recurso Humano	12'000.000	4'000.000	0	16'000.000	68'800.000	84'800.000
Materiales y Suministros	0	0	0	0	12'500.000	12'500.000
Equipos	0	0	0	0	15'500.000	15'500.000
Gastos de Campo	0	0	1'800.000	1'800.000	51'000.000	52'800.000
Gastos de Gestión (5%)	0	0	0	0	8'300.000	8'300.000
TOTAL	12'000.000	4'000.000	1'800.000	17'800.000	156'100.000	173'900.000

* El presupuesto solo corresponde a los rubros necesarios para cubrir las actividades hasta la fase de diseño, los costos de las actividades de implementación no fueron estimados debido a que pueden variar con base en los resultados del presente proyecto.

Tabla 6. Recurso Humano

Perfil profesional	Cantidad	Funciones	Dedicación (meses)	Costo/mes (\$)	Costo Total (\$)
Profesional con experiencia en formulación de proyectos	1	Coordinara el desarrollo de las actividades y supervisará las mismas	4.0	\$4'000.000	16'000.000
Profesional social (sociólogo, o antropólogo) con experiencia en trabajo con comunidades	1	Coordinar las actividades de socialización del proyecto, recopilación de la información primaria, del material para la conformación del comité de gestión local, elaboración de los reglamentos de uso de energía, identificación de del esquema productivo y consolidación del mapa de actores	4.0	\$4'000.000	16'000.000
Profesional de economía o administración de empresas	1	Coordinar la identificación de las actividades organizativas y de administración, así como el esquema productivo y las ideas de negocio,	4.0	4'000.000	16'000.000
Profesional especialista en Energía Renovable,	1	Coordinar la elaboración de los materiales de sensibilización, las guías para la conformación del comité de gestión local del proyecto guía de operación y mantenimiento del sistema, la capacitación sobre los temas referentes a la tecnología y la generación de energía, y la conformación del comité de gestión local; el dimensionamiento y diseño del sistema fotovoltaico, coordinara además, la capacitación sobre el funcionamiento del sistema solar, sobre mantenimiento preventivo, la elaboración del reglamento de uso de la energía y la consolidación del mapa de actores para el plan de sostenibilidad;	4.0	4'000.000	16'000.000
Trabadora social	1	Será la encargada de hacer el puente entre las organizaciones de base, las instituciones y el equipo del proyecto, organizara los talleres y reuniones, tabulara y analiza la información primaria recopilada conjuntamente con el profesional del área social	4.0	3'000.000	\$ 12'000.000

Perfil profesional	Cantidad	Funciones	Dedicación (meses)	Costo/mes (\$)	Costo Total (\$)
Asistente administrativo	1	Apoyará todas las actividades del equipo, y servirá de puente entre el equipo de trabajo del proyecto y la coordinación supervisión o interventoría del mismo, para efectos de los requerimientos y necesidades que se presenten, y asumir las delegaciones que se le asignen;	4.0	2'200.000	8'800.000
TOTAL					84'800.000

Tabla 76. Materiales y Suministros

Descripción	Cantidad	Costos
Elementos para trabajo de campo	Gb.	7'700.000
Papelería y elementos de escritorio	Gb.	4'800.000
TOTAL		\$ 12'500.000

Tabla 8. Equipos

Descripción	Cantidad	Costos
Equipos para la identificación del potencial de generación de energía fotovoltaica a través de la caracterización del recurso solar en intensidad, disponibilidad y duración en el área de influencia del proyecto	Gb.	8'000.000
Equipos para recopilación de información	Gb.	3'500.000
Equipos para la identificación de las capacidades organizativas y de administración al interior de la comunidad sujeto de estudio (técnicas y conocimiento); así como de la estructura de gobierno del territorio étnico	Gb.	4'000.000
TOTAL		\$ 15'500.000

Tabla 9. Gastos de Campo

Descripción	Cantidad	Costos
Alquiler de vehículos y/o compra de combustible		32'000.000
Pago de guías y paseros	Gb.	8'000.000
Pago de transporte entre comunidades	Gb.	12'800.000
TOTAL		\$52'800.000

Tabla 10. Actividades

Actividades	Recurso Humano	Materiales	Gastos de campo	Maquinaria y equipos	Total
Gestión de la reunión inicial de socialización del proyecto	4'800.000		4'600.000		9'400.000
Socialización del proyecto ante las autoridades comunitarias y entidades territoriales	6'200.000	6'000.000	9'800.000		22'000.000
Recopilación de información primaria necesaria sobre: geografía, demográfica, etnográfica, climatológica, economía, uso de suelos, licencias ambientales (encuestas, entrevistas, georreferenciación)	10'300.000	1'000.000	14'400.000	3'000.000	28'700.000
Identificación del potencial de generación de energía fotovoltaica a través de la caracterización del recurso solar en intensidad, disponibilidad y duración en el área de influencia del proyecto	12'000.000	3'500.000	12'000.000	6'500.000	34'000.000
Identificación de las capacidades organizativas y de administración al interior de la comunidad sujeto de estudio (técnicas y conocimiento); así como de la estructura de gobierno del territorio étnico	18'300.000	500.000	5'800.000	3'000.000	27'600.000
Identificación en campo del potencial de pesca artesanal.	6'300.000	1'000.000	4'000.000		11'300.000
Elaborar documento de caracterización	4'500.000	2'000.000			6'500.000
Dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV con todas sus componentes y equipos	14'400.000	1'500.000	2'200.000		18'100.000
Actividades administrativas y de supervisión	8'000.000				8'000.000
Gastos de gestión (5%)					8'300.000
TOTAL	84'800.000	12'500.000	52'800.000	15'500.000	173'900.000

ANEXO FOTOGRÁFICO DEL PROYECTO

Fotografía 1. Proceso de desembarque de atún de aleta amarilla.



Fotografía 2. Pescado fresco para la venta local.



Fotografía 3. Producto de la pesca artesanal (Champeta, Buriqúe, Jurel)

