



Plan de Energización Rural Sostenible  
del Departamento del Chocó



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE ENERGÍA  
RENOVABLE QUE INCREMENTE LOS INGRESOS ECONÓMICOS DE  
LA CADENA PRODUCTIVA DE ARROZ EN EL MUNICIPIO DE CARMEN  
DEL DARIÉN**



Plan de Energización Rural Sostenible  
del Departamento del Chocó

## **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE QUE INCREMENTE LOS INGRESOS ECONÓMICOS DE LA CADENA PRODUCTIVA DE ARROZ EN EL MUNICIPIO DE CARMEN DEL DARIÉN**

### **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

## Contenido

1. FICHA DEL PROYECTO .....	5
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	6
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 .....	11
3.2. Marco de Referencia .....	12
3.2.1. Contribución a la Política Pública .....	12
3.3. Problema Central, Causas y Efectos .....	12
4. FORMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	15
4.1. Nombre de la Alternativa .....	15
4.2. Objetivos .....	15
4.2.1. Objetivo General .....	15
4.2.2. Objetivos Específicos.....	15
4.3. Productos, Actividades y Personal Requerido .....	16
4.4. Identificación y Descripción de la Innovación Propuesta .....	19
4.5. Metodología y Distribución de Responsabilidades.....	21
4.6. Indicadores de Objetivo General, de Producto y de Gestión.....	23
4.7. Bienes y/o Servicios.....	25

## ***Contenido de Tablas***

Tabla 1. Listado de participantes en el proyecto. ....	10
Tabla 2. Detalle de actividades, productos y personal requerido en el proyecto. ....	16
Tabla 3. Indicadores de Verificación de Objetivos y Productos .....	23
Tabla 4. Indicadores de Verificación de Gestión .....	25

## ***Lista de las Figuras***

Figura 1. Localización general del municipio de Carmen del Darién. ....	9
Figura 2. Árbol de problemas, causas y efectos. ....	14

## 1. FICHA DEL PROYECTO

<b>Título del Proyecto:</b>		
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE QUE INCREMENTE LOS INGRESOS ECONÓMICOS DE LA CADENA PRODUCTIVA DE ARROZ EN EL MUNICIPIO DE CARMEN DEL DARIÉN		
<b>Lugar de Ejecución:</b> Carmen del Darién	<b>Ciudad:</b> Carmen del Darién	<b>Departamento:</b> Chocó
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Entidad Financiadora:</b></li> <li>➤ <b>Entidad Formuladora:</b> Universidad Tecnológica del Chocó</li> <li>➤ <b>Entidad Ejecutora:</b></li> <li>➤ <b>Otras Instituciones Participantes:</b> Alcaldía del municipio del Carmen del Darién</li> </ul>		
<b>Duración del Proyecto (En Meses):</b> 12		
<b>Costo total del Proyecto:</b> 242'100.000		
<b>Monto solicitado:</b> 216'300.000		<b>Monto de la contrapartida:</b> 25'800.000
<b>Población beneficiaria</b>		150 familias campesinas vinculadas a la cadena productiva de arroz en la cabecera municipal y algunos corregimientos.
<b>Persona responsable del proyecto:</b> William Murillo López		<b>Empresa/Institución:</b> Universidad Tecnológica del Chocó  <b>Cargo:</b> Líder Grupo de Investigación en Energías Renovables.
<b>Nivel de formulación del proyecto:</b>	Perfil	

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

De acuerdo al estudio de Oferta Energética realizado por el PERS Chocó, el arroz es uno de los principales cultivos agrícolas producidos en el departamento del Chocó. La subregión del Darién es la mayor productora de arroz en el departamento, con una producción que supera las 22.000 Ton/año entre los municipios de Carmen del Darién, Unguía y Riosucio. Para el año 2013 el municipio de Carmen del Darién produjo más de 5800 toneladas de arroz, SIOA (Sistema de Información de Oferta Agropecuaria, 2013). De acuerdo a FEDEARROZ (La Federación Nacional de Arroceros), el arroz es un cultivo semestral tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtropicos y en climas templados. Una vez obtenida la semilla viene la etapa de producción, que requiere de apenas seis meses, pero es muy intensa en generación de empleo, inversión de alto riesgo, industrialización, empaquetamiento, distribución, y un sinnúmero de pasos previos a su llegada a la mesa y al consumidor.

Durante el crecimiento y el desarrollo del cultivo de arroz se requiere de diferentes prácticas que van desde la fertilización hasta la fumigación aérea, dos de los factores claves para garantizar el éxito de la cosecha. En Colombia, producir una tonelada de arroz, seco, tiene un costo aproximado de 400 dólares (\$1.200.000). El 55 por ciento del cultivo utiliza riego y el 45 restante es seco. También se siembran 16.000 hectáreas de manera artesanal y recolectado manualmente en Chocó, Putumayo y Bajo Cauca, y tiene como objetivo el autoconsumo. En el departamento del Chocó se produce arroz seco, es decir aquel donde el agua que requiere el cultivo proviene únicamente de las lluvias y donde normalmente dispone de canales de drenaje.

Los eslabones involucrados en la cadena de arroz son relativamente pocos: en primer lugar, se encuentra la producción agrícola, la cual se cosecha en forma de arroz paddy (cáscara) verde; en segundo lugar, el procesamiento industrial, el cual consiste en someter el paddy verde a un proceso de secamiento (paddy seco), el descascarillado (trilla), el pulimento para obtener arroz blanco apto para el consumo y algunos subproductos, y derivados tales como el arroz partido, la harina de arroz, el triturado de arroz, el afrecho de arroz, los grits de arroz; y, en tercer lugar encontramos los procesos de comercialización del arroz paddy y de arroz blanco y sus subproductos tanto nacional como importado.

A lo largo de la cadena productiva se requieren diferentes cantidades de energía térmica y eléctrica como en el secado de los granos, subproceso en cual varios investigadores nacionales y mundiales han considerado la implementación de prototipos que realicen el secado de productos agrícolas como el arroz directamente en el campo, sin necesidad de

transportarlos a un molino. Las investigaciones sobre sistemas de calentamiento del aire y del agua para remover la humedad de los granos de arroz, han considerado la energía solar térmica para el secado y la fotovoltaica para la energización de las bombas y ventiladores requeridos para la corriente de aire controlada en temperatura y humedad que mejora las condiciones del secado y la calidad de los granos, entre otras fuentes de energías renovables. El método tradicional de secado consiste en llevar al molino los granos que, en ocasiones, se hacen quebradizos debido a las altas temperaturas, luego movidos en grandes tolvas, subidos y bajados mediante la quema de gas y normalmente sin un control adecuado del calor al que son sometidos.

El estudio de viabilidad propuesto consiste en analizar las diferentes alternativas para el uso de fuentes de energía renovable disponibles en la región que puedan usarse para la generación de la energía térmica y eléctrica requerida en el proceso de producción del arroz, así como el análisis del uso de la cascarilla de arroz (biomasa generada en alta proporción en el proceso productivo) a la cual no se le está dando una correcta disposición en su uso final. Diferentes autores han resaltado la utilidad potencial que posee la cascarilla de arroz para la generación de energía eléctrica y térmica, así como su uso en compost, abonos, sustrato en hidroponía, pellets, etc.

El estudio parte por lo tanto de la caracterización adecuada de la biomasa asociada a la cadena productiva de arroz en el municipio de Carmen del Darién, el análisis de sus características, subproductos y usos finales de los mismos, así como del establecimiento de la línea base social, técnica y económica de la producción de arroz, métodos de secado del grano y esquemas productivos de los arroceros en la región.

El resultado del estudio social, técnico, ambiental y financiero de las diferentes alternativas para la optimización del proceso de producción de arroz, con particular énfasis en el secado de los granos y la disposición final de la cascarilla con fines energéticos, permitirá establecer el prototipo de energía renovable más adecuado con base en las condiciones de sitio y acorde al standard de calidad requerido para la producción del grano. De esta manera se desea realizar una contribución técnico/científica desde la investigación en la UTCH y de acuerdo a los lineamientos del PERS Chocó, acerca del uso de fuentes alternas de energía para la optimización del proceso de producción de arroz y el uso eficiente de su biomasa residual, con el fin de identificar tanto los beneficios económicos, sociales, ambientales y tecnológicos de las comunidades arroceras de Carmen del Darién, como su articulación con la apropiación social del conocimiento y la sostenibilidad energética del proceso productivo.

### 3. IDENTIFICACIÓN

#### 3.1. Diagnóstico de la Situación Actual

##### 3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada por el Proyecto

El municipio de Carmen del Darién está localizado al norte del departamento del Chocó y corresponde al bajo Atrato chocoano, a los 7° 2 27" de latitud Norte y 76° 54 11" de longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 14 m y una extensión de 3.197 km<sup>2</sup> (Figura 1); tiene una población 5462 habitantes. El municipio limita por el norte con los municipios de Riosucio y Belén de Bajirá, por el oriente con el departamento de Antioquia (Municipios de Mutatá y Dabeiba), por el sur con los municipios de Bojayá y Bahía Solano, por el occidente con el municipio de Río Sucio. Toda su tierra está comprometida en el piso térmico cálido, su temperatura promedio es de 28° C.

El municipio está conformado por parte de la cuenca del río Atrato, con sus afluentes de los ríos: Domingodó, Curbaradó, Limón, Jiguamiandó, Montaña y Pedeguita, y algunas ciénagas aisladas que se comunican con él en el invierno. El 85% del territorio de Carmen del Darién es considerado zona inundable, ya que la topografía es casi plana, la gran pluviosidad, la gran cantidad de ríos, y ciénagas le confieren esta característica. (COPLAD, 2011).

Este proyecto de producción de energías con fuentes renovables pretende fortalecer la competitividad económica del municipio teniendo en cuenta el potencial de productividad del cultivo de Arroz como uno de los ejes del desarrollo local; atendiendo a la necesidad de ayudar a las poblaciones a salir de la pobreza y al mismo tiempo implementado un sistema sostenible y benéfico para el medio ambiente.

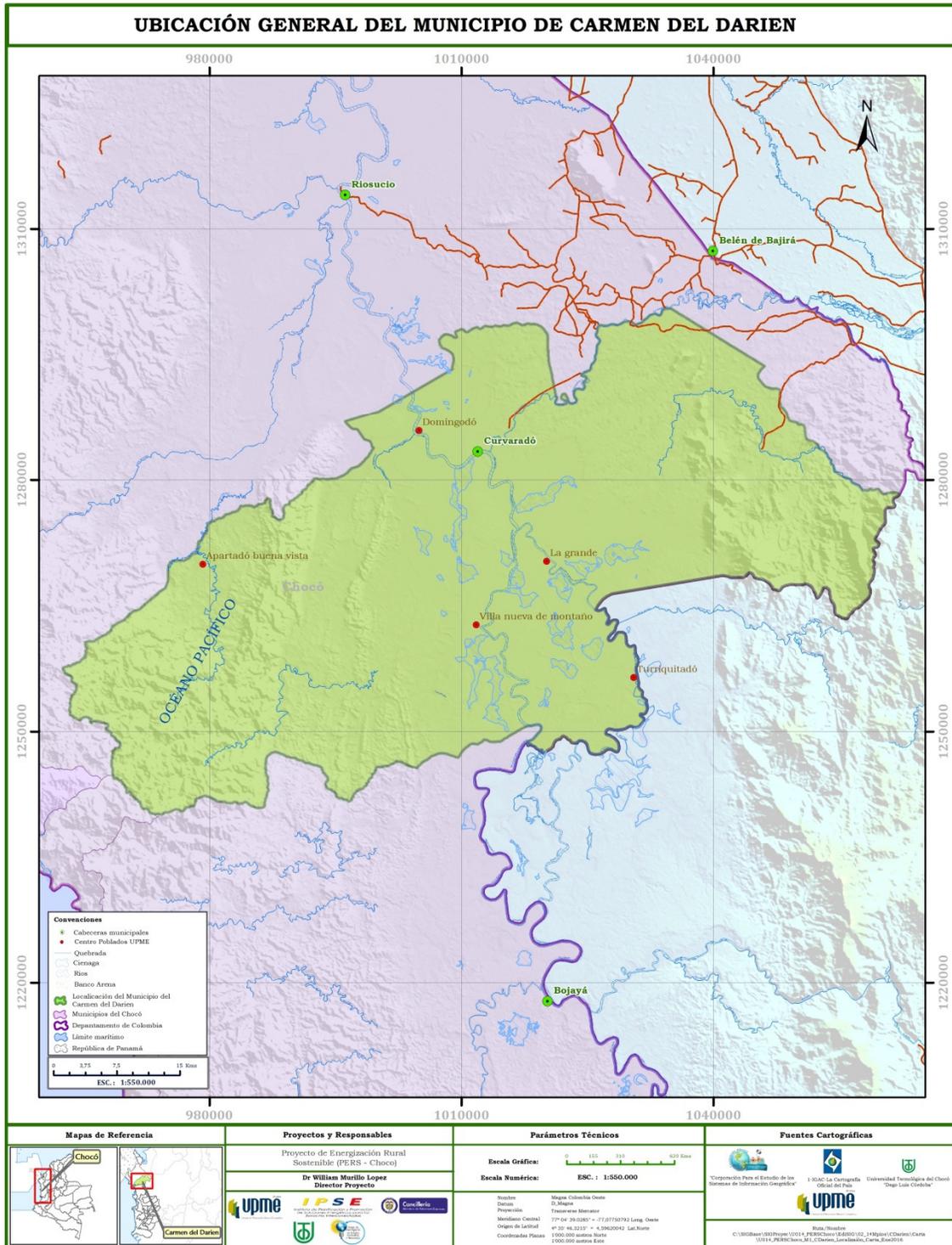


Figura 1. Localización general del municipio de Carmen del Darién.

### 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:

- Actores involucrados en la cadena productiva de arroz del municipio.
- Alcaldía del municipio de Carmen del Darién.
- Cámara de Comercio del Chocó.
- 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
Actores involucrados en la cadena productiva de arroz del municipio.	Beneficiarios	Recurso Humano	Conocimiento y experiencia en los temas relacionados con el cultivo y comercialización de arroz en el municipio.
Alcaldía del municipio de Carmen del Darién.	Cooperante	Gestión de recursos económicos y Recurso Humano	Planificación y gestión de recursos para el fortalecimiento del sector productivo del municipio.
Cámara de Comercio del Chocó.	Cooperante	Recurso Técnico y Humano	Generación de capacidades en mercadotecnia para comunidades del departamento del Chocó.
Universidad Tecnológica del Chocó.	Cooperante	Recurso Técnico y Humano	Generación de capacidades en CT+I para comunidades del departamento del Chocó. Formulación y ejecución de proyectos de inversión.

### 3.1.3. Diagnóstico del Servicio

Actualmente la producción de algunos elementos agrícolas viene en una sensible recuperación, después de los efectos negativos producidos por la violencia de los años 90 y principios del 2000, donde los registros de producción de cultivo se redujeron prácticamente a cero ya que la población activa dedicada a estas actividades fueron desplazados y otros no se movilizaban a ninguna parte del área por temor a ser confundido y atropellado por los actores del conflicto (Plan de Desarrollo, 2012-2015).

Para la producción de arroz se utiliza una tecnología local de producción que consiste en la en la zocola, tumba, pica y repica, limpieza, ahoyados, siembra, resiembra, pajareo, deshierba y recolección; el manejo post cosecha consiste en una mediana limpieza, con baja clasificación de los productos, los sistemas de empacado son muy tradicionales, no existe un almacenamiento adecuado ni protección de roedores y otras plagas, indicando un deficiente manejo post cosecha a la producción.

Para el año 2014 la producción de arroz mostró un decrecimiento del 33% con respecto al año 2013 en el área cosechada, bajando de 9.029 has en el 2.013 a 5.998 has en el 2014; la producción decrece significativamente en un 45 % bajando de 18.424 Ton en el 2013 a 10154 Ton en el 2014 el rendimiento decrece en 9.7% bajando de 2.04 Ton/has en el 2.013 a 1.69 Ton/has en el 2014, lo anterior se debió a que los productores cambiaron de cultivos dedicándose algunos a la siembra de cultivos ilícitos en algunos municipios.

El panorama anterior muestra que se debe reorientar las acciones agropecuarias en la visión central del desarrollo de sus agricultores y que se considere como prioridad su entorno, sus capacidades y su potencial real. La alternativa de implementar un sistemas de energías renovables en el municipio del Carmen del Darién es muy pertinente y tiene gran potencial debido a que está basada en la riqueza natural de la región como por ejemplo su clima y la calidad de la mano de obra de sus productores, sin olvidar las excelentes tierras productivas con las que se cuentan en el municipio. Por ello el uso de un sistema de energías renovables sería un excelente proyecto para el aumento de la competitividad de la región en el cultivo del arroz y el manejo sostenible de los recursos naturales de los cuales se dispone en la región.

## 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 la implementación de un sistema de energía con fuentes renovables (de ser viable) puede aumentar las posibilidades de competitividad de la cadena productiva de arroz del municipio.

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 que la falta de equipamiento asociado a los procesos productivos que respondan a las exigencias de la competitividad que se requiere para el mercadeo de productos transformados, constituye una de las principales trampas de pobreza del departamento del Chocó.

## 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:** Deficiente suministro de energía eléctrica para el desarrollo del sector productivo de Arroz en el municipio de Carmen del Darién (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 transformación y almacenamiento de productos a base de arroz para la generación de valor agregado al sector productivo.

*Efecto directo BB:* Reducido potencial del sector para la expansión de mercado de productos a base de arroz.

*Efectos Indirectos AA y BB:*

BB1. Bajo nivel de ingresos económicos del sector productivo de arroz.

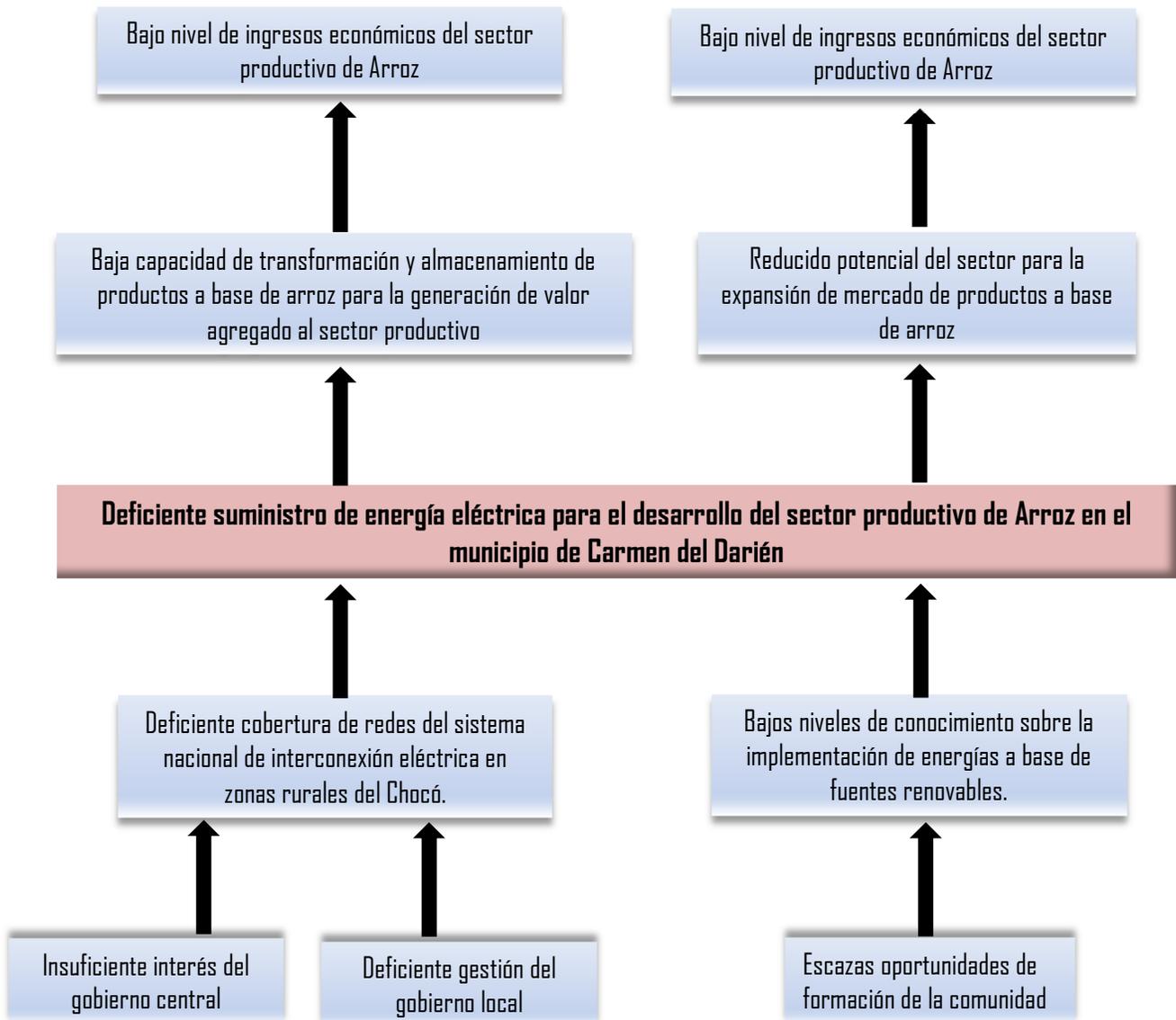


Figura 2. Árbol de problemas, causas y efectos.

## 4. FORMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA

### 4.1. Nombre de la Alternativa

Estudio de factibilidad de un sistema de energía renovable que incremente los ingresos económicos de la cadena productiva de arroz en el municipio de Carmen del Darién.

### 4.2. Objetivos

#### 4.2.1. Objetivo General

- Valorar el potencial de uso de energías renovables del municipio de Carmen del Darién para el incremento de la capacidad del sistema eléctrico local de forma que posibilite el desarrollo del sector productivo de arroz.

#### 4.2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar los beneficios actuales de la producción y transformación de arroz en el municipio de Carmen del Darién y estimar su potencial de mejoramiento a través de procesos de innovación.
- Evaluar la eficiencia del uso de energías renovables (de acuerdo al potencial de la zona) en procesos de transformación de arroz en el municipio de Carmen del Darién.
- Estimar los costos generales de inversión, administración, operación y mantenimiento del sistema de generación de energía propuesto.
- Analizar la viabilidad técnica y económica del proyecto y su esquema de sostenibilidad en el municipio de Carmen del Darién.

### 4.3. Productos, Actividades y Personal Requerido

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se plantea realizar el estudio en cuatro (4) fases, cada una de las cuales presenta sus respectivos productos y/o resultados por actividades de proyecto, como se ilustra en la tabla 2.

**Tabla 2. Detalle de actividades, productos y personal requerido en el proyecto.**

FASE	DESCRIPCIÓN DE LA FASE	No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO - PRODUCTO	PROFESIONAL REQUERIDO
Fase 1	Diagnóstico de la producción de arroz en el Municipio de Carmen del Darién, Chocó (Línea base).	A1.1	Identificación de las condiciones de sitio: caracterización de la población sujeto de estudio, evaluación de recursos energéticos renovables y necesidades	R1.A1. Identificadas las condiciones de sitio, de población objetivo y los recursos energéticos renovables de la región	Profesional social; Profesional en Ingeniería
		A1.2	Recopilación de información primaria social, ambiental, económica y técnica del proceso productivo de arroz seco	R1.A2. Recopilada la información primaria social, ambiental, económica y técnica del proceso productivo del arroz seco	
		A1.4	Identificación en campo del potencial de producción de arroz y condiciones del proceso	R1.A4. Identificado el potencial productivo de arroz en la región	
		A1.5	Revisión de las capacidades organizativas y de administración de la producción: estudio de mercado	R1.A5. Identificadas las capacidades organizativas y administrativas de las comunidades sujeto de estudio	
		A1.6	Elaborar documento de diagnóstico	R1.A6. Elaborado el documento de diagnóstico.  <i>Entregable: Documento diagnóstico.</i>	

FASE	DESCRIPCIÓN DE LA FASE	No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO - PRODUCTO	PROFESIONAL REQUERIDO
Fase 2	Análisis de las alternativas energéticas para el mejoramiento de la producción de arroz en el Municipio Carmen del Darién	A2.1	Evaluación del uso de recursos energéticos renovables para la generación de energía en el proceso productivo del arroz	R2.A1. Evaluado el uso de recursos energéticos renovables para la generación de energía en el proceso de producción del arroz	Profesional en Energía Renovable
		A2.2	Definición de las alternativas de generación de energía con fuentes renovables para la optimización de los procesos de producción	R2.A2. Definidas las alternativas de generación de energía con fuentes renovables para la optimización de los procesos de producción	Profesional Ingeniería Agrícola (o Agrónomo, Agropecuario); Profesional en Energía renovable
		A2.3	Definición de los componentes técnicos del sistema energético que optimiza la producción del arroz en el caso de estudio. Uso de RETScreen para toma de decisiones	R2.A3. Definidos los componentes técnicos del sistema energético que optimiza la producción de arroz en el caso de estudio	Profesional en Energía Renovable
		A2.4	Estimación de los costos asociados a la implementación, operación y mantenimiento del esquema tecnológico propuesto para la optimización de la producción del arroz y sus beneficios comunitarios. Uso de RETScreen para toma de decisiones	R2.A4. Definidos los costos asociados al esquema de energía renovable y eficiencia energética propuesto para la optimización de la producción del arroz y sus beneficios comunitarios  <i>Entregable: Documento del estudio técnico.</i>	Profesional Social; Profesional Ingeniería Agrícola, Profesional en Energía renovable; Profesional en Economía
Fase 3	Análisis de la estrategia de mercado, plan de inversiones y	A3.1	Elaboración del estudio de mercado del producto, subproductos y usos finales dentro	R3.A1. Elaborado el estudio de mercado del producto, subproductos y usos finales dentro del ciclo de vida del arroz	Profesional Ingeniería Agrícola, Profesional en Economía

FASE	DESCRIPCIÓN DE LA FASE	No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO - PRODUCTO	PROFESIONAL REQUERIDO
	proyecciones financieras		del ciclo de vida del arroz		
		A3.2	Evaluación de las capacidades organizativas de las comunidades sujeto de estudio y de administración de la producción	R3.A2. Evaluadas las capacidades organizativas de las comunidades sujeto de estudio para la administración de la producción	Profesional Ingeniería Agrícola, Profesional Social
		A3.3	Determinación de los indicadores financieros de la solución energética propuesta para la optimización de la producción de arroz en la región de estudio.	R3.A3. Determinados los indicadores financieros de la solución energética propuesta para la optimización de la producción de arroz en la región de estudio	Profesional en Economía
		A3.4	Evaluación financiera del esquema energético propuesto para la optimización de la producción de arroz. Uso de software tipo RETScreen para toma de decisiones	R3.A4. Realizada la evaluación financiera del esquema energético propuesto para la optimización de la producción de arroz.  <i>Entregable: documento del estudio financiero</i>	Profesional en Economía
<b>Fase 4</b>	Análisis del plan de desarrollo social, económico y visión de sostenibilidad del proceso productivo del arroz seco	A4.1	Determinación de los componentes del plan de apropiación social y de sostenibilidad energética del proyecto de optimización de producción de arroz con fuentes de energía renovable y eficiencia energética	R4.A1. Determinados los componentes del plan de apropiación social y de sostenibilidad energética del proyecto de optimización de producción de arroz con fuentes de energía renovable y eficiencia energética	Profesional Social; Profesional en Energía Renovable

FASE	DESCRIPCIÓN DE LA FASE	No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO - PRODUCTO	PROFESIONAL REQUERIDO
		A4.2	Articulación de los componentes del plan de apropiación social con los resultados del análisis de mercado	R4.A2. Articulados los componentes del plan de apropiación social con los resultados del análisis de mercado de la Fase 3	Profesional Social y Economista
		A4.3	Consolidación del mapa de actores del plan de sostenibilidad a corto y mediano plazo	R4.A3. Consolidado el mapa de actores del plan de sostenibilidad a corto y mediano plazo  <i>Entregable: documento de estudio de plan de apropiación social y sostenibilidad</i>	Comunidades; Profesional Social; Profesional en Energía Renovable

#### 4.4. Identificación y Descripción de la Innovación Propuesta

El departamento del Chocó está dentro de los departamentos con mayor número de Unidades dedicadas a la Producción de Arroz (4.693 UPA), para el año 2013 registró una producción de arroz secano manual de 35.370 Ton/año, siendo las subregiones del Darién (22.700 Ton/año), Baudó (9.026 Ton/año), Atrato (3.644 Ton/año), las mayores productoras (SIOA). Los Municipios que presentaron mayores producciones fueron: Riosucio con 14.863 Ton/año, Medio Baudó con 6.180 Ton/año, Carmen del Darién con 5.849 Ton/año, Bajo Baudó con 1.260 Ton/año, Unguía con 690 Ton/año y Quibdó con 1.836 Ton/año.

Sin embargo, en el proceso de pilado del arroz, se desecha la cáscara o pajilla, la cual constituye aproximadamente el 25% del peso del grano. Esta pajilla aunque es resistente al fuego, puede ser utilizada como combustible que genere calor, debido a que su poder calorífico es similar al de la madera y al de otros residuos agrícolas (ASSUREIRA, 2002); su densidad es de aproximadamente 110 kg/m<sup>3</sup> y su poder calorífico es de 13.900 KJ/Kg. Con esta consideración, se puede estimar que en el departamento del Chocó se están desperdiciando anualmente 8.843 Ton aproximadamente en pajillas de arroz, las cuales pueden ser utilizadas como fuente de energía biomásica a través de un proceso térmico como la gasificación para la producción de gas de síntesis o syngas y de esta manera poder generar energía térmica o eléctrica que optimicen la cadena productiva del arroz y sus subprocesos.

En relación con la transferencia de tecnologías renovables que optimicen el proceso de producción de arroz, se han realizado algunos estudios a nivel nacional para la implementación de sistemas de secado de diferentes tipos de granos, incluyendo el del arroz y mediante el uso esquemas que hacen uso de la energía solar. Para el caso específico del proceso productivo de arroz en el Departamento del Chocó y en la subregión del Darién, Municipio de Carmen del Darién se tiene un alto potencial de producción del recurso solar, pero se carece de una adecuada tecnificación de la cadena productiva del arroz y de su articulación con el recurso humano y sus beneficios, lo cual plantea la necesidad de mejorar los procesos productivos con tecnología alternativa que haga uso de los recursos renovables, reduciendo impactos ambientales y costos directos asociados a combustibles fósiles.

Los recursos renovables que dispone la región del Darién son altamente potenciales para la generación de energía eléctrica y térmica, que pueden ser usadas en diferentes etapas del proceso productivo del arroz, especialmente en el secado de los granos mediante el uso de sistemas solares innovadores y la utilización de la cascarilla de arroz como biomasa energética y combustible en procesos de gasificación.

El equipo PERS Chocó de la UTCH, apunta a desarrollar la investigación requerida relacionada con el uso de sistemas innovadores para el secado de los granos de arroz en las condiciones específicas del lugar, con el fin de desarrollar esquemas de producción agrícola que utilicen energía solar en vez de recurrir a la quema de combustibles fósiles o a la quema de biomasa maderera en los procesos de secado. Una de las principales ventajas de los sistemas de secado con colectores solares respecto a los sistemas de secado directo al sol, son las temperaturas más elevadas que se presentan, lo cual permite un secado más rápido y una menor humedad, además de la protección contra insectos, polvo y la prevención de moho, todos estos factores que inciden en la calidad del grano para fines de comercialización.

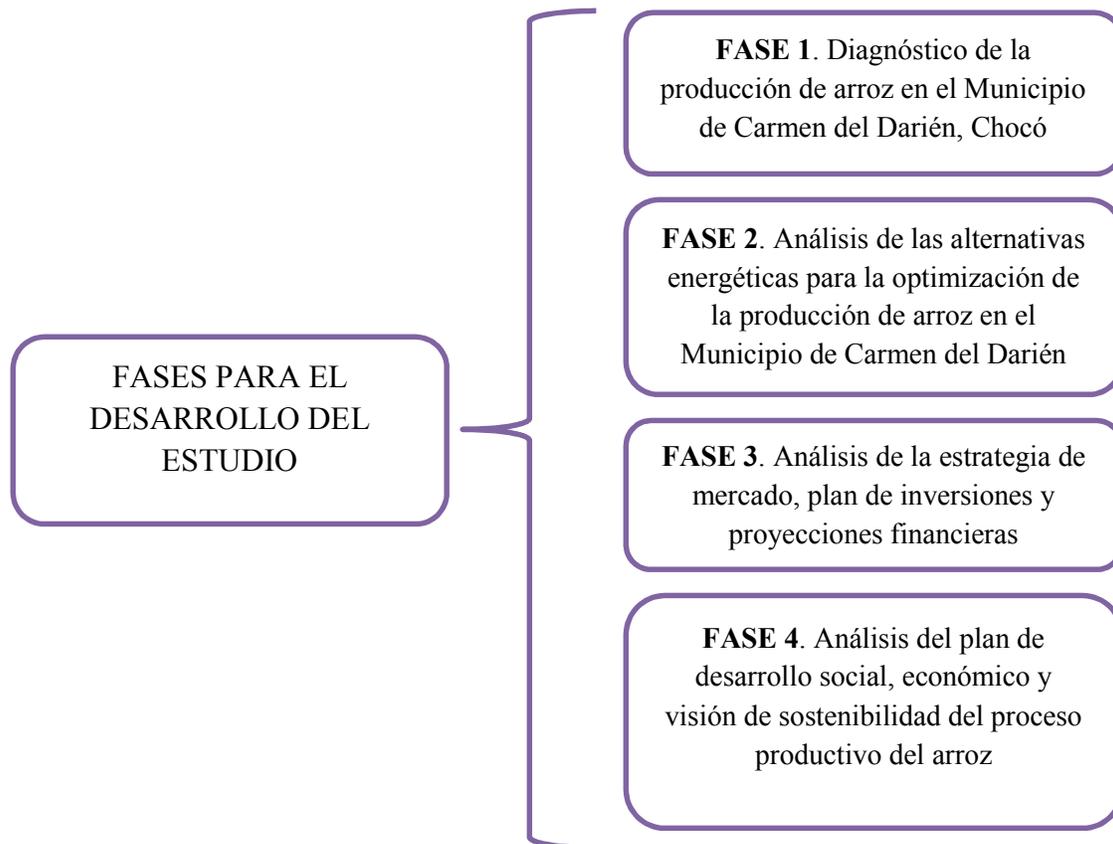
El estudio de la innovación propuesta consiste por lo tanto en la identificación y definición de las características del sistema de energía renovable y de eficiencia energética que permitan mejorar la cadena productiva y calidad del arroz. Una vez se realice el diagnóstico de la producción de arroz, se analizarán los subprocesos de la cadena productiva y la energía asociada a los mismos, con el fin de determinar las alternativas energéticas renovables adecuadas (solar térmica + gasificación) sobre la base de los recursos disponibles en región. Se revisarán casos de estudio, con el fin de adaptar esquemas exitosos del uso de la energía solar y de biomasa residual del arroz en países como México.

La realización del estudio permite a los profesionales del PERS e investigadores de la UTCH, incrementar los conocimientos y habilidades para la inclusión de tecnología más eficiente en el proceso de producción del arroz, así como posibilitar su mejora continua mediante el

incremento de la eficiencia de la técnica del proceso y de los esquemas productivos que articulen a las comunidades de arroceros de la subregión con los usos finales.

#### 4.5. Metodología y Distribución de Responsabilidades

Para el cumplimiento de cada una de las actividades asociadas a la realización del estudio, se propone metodológicamente su ejecución mediante el desarrollo de cuatro fases presentadas en el siguiente esquema:



Para la realización del estudio se requiere de una caracterización adecuada de las distintas componentes que deben ser analizadas desde la oferta y la demanda energética, con el fin de delimitar tanto el alcance de la solución o propuesta de optimización deseada para el proceso productivo del arroz, así como para establecer los aspectos sociales, técnicos y financieros de la solución energética que mejor se ajusta a las necesidades del proceso, lo cual se abordará en la Fase 1 del estudio.

Para la Fase 2 y con base en la información diagnóstica recopilada, se realizará un trabajo de investigación sobre las alternativas tecnológicas y/o metodologías que optimizan el proceso de producción del arroz, haciendo énfasis en la incorporación de los recursos renovables de la región para su articulación con los subprocesos, particularmente con aquellos que tengan asociados altos consumos de energía, como es el caso del proceso de secado de los granos. En ese sentido se analizarán los diferentes tipos de secadores solares, materiales, componentes, funcionamiento, instalación, operación y mantenimiento de los mismos, con el fin de abordar en detalle el análisis técnico (incluyendo el impacto ambiental y reducción de emisiones) y determinar el modelo de energía más apropiado para las condiciones definidas en el diagnóstico. De igual forma y dentro del análisis de ciclo de vida del producto, se tendrá en cuenta el análisis de la incorporación de prácticas de uso racional y eficiente de los residuos de biomasa que hacen parte del proceso productivo, como es el caso específico del uso de la cascarilla de arroz para la generación de energía térmica y eléctrica.

Una vez se aborda la componente técnica, se determinan en la Fase 3 los costos asociados a la intervención del sistema de energía renovable que posibilitaría la mejora de la producción del arroz, determinando los indicadores financieros de la solución energética propuesta y elaborando un estudio de mercado del producto, subproductos y usos finales dentro del ciclo de vida del arroz seco. Tanto el análisis técnico como el análisis financiero contarán con el apoyo de una herramienta de software (HOMER o RETScreen) que el grupo de investigación en energía renovable de la UTCH usará como apoyo para la toma de decisión sobre la viabilidad del proyecto.

Como parte de la estrategia del PERS Chocó para el mejoramiento de los esquemas productivos agrícolas del departamento mediante proyectos que usen fuentes de energía renovable y/o metodologías de gestión integral de la energía, se cuenta con una Fase 4 asociada al análisis de la participación de la comunidad de arroceros dentro del esquema de apropiación social y sostenibilidad, lo cual permita mejorar los ingresos percibidos por los agricultores, así como la conformación de nuevos esquemas de negocio que les permita mejorar su productividad y expandir sus expectativas de negocio y de empoderamiento comunitario.

#### 4.6. Indicadores de Objetivo General, de Producto y de Gestión

En las tablas 3 y 4 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 de Verificación de Objetivos y Productos**

TIPO	DESCRIPCION	No.	INDICADOR
	<b>OBJETIVO GENERAL</b>		
IVO	Generar conocimiento técnico/científico que permita la identificación de la viabilidad tecnológica, económica, social y ambiental de un sistema de energía renovable que permita el mejoramiento de los ingresos económicos generados por la cadena productiva de arroz en el municipio de Carmen del Darién, departamento del Chocó	IVO1	Diagnóstico de la producción de arroz y sus beneficios en el municipio de Carmen del Darién disponible para el mes 3 de ejecución del estudio
		IVO2	Alternativas energéticas para la optimización del proceso de producción de arroz, haciendo uso de fuentes renovables de energía y eficiencia energética para el mes 6 de ejecución del estudio
		IVO3	Estudio de mercado productivo del arroz y evaluación financiera del esquema energético de optimización de la producción, definidos para el mes 9 de ejecución del estudio
		IVO4	Análisis de la viabilidad técnica y económica del proyecto de energía renovable y eficiencia energética propuesto para el mejoramiento del proceso productivo del arroz disponible para el mes 11 de ejecución del estudio
	<b>PRODUCTOS</b>		
IVP	Documento de evaluación diagnóstica de la producción de arroz en el municipio de Carmen del Darién	IVP1	Al tercer mes de ejecución del proyecto se contará con un documento de línea base en las componentes social, económica y energética-ambiental.
	Documento de análisis técnico de las alternativas energéticas	IVP2	Resultado del análisis de viabilidad técnica de las alternativas tecnológicas con fuentes renovables entregado al mes 6 de ejecución del estudio

TIPO	DESCRIPCION	No.	INDICADOR
	Documento de análisis financiero, plan de inversiones y estrategia de mercado	IVP3	Resultado del análisis financiero y estrategia de mercado de las alternativas tecnológicas con fuentes renovables entregado al mes 9 de ejecución del estudio
	Documento de análisis del plan de apropiación social y de sostenibilidad energética de la alternativa seleccionada	IVP4	Los componentes del plan de apropiación social y sostenibilidad energética de la producción de arroz definidos para el mes 12 de ejecución del estudio

**Tabla 4. Indicadores de Verificación de Gestión**

TIPO	DESCRIPCION	No.	INDICADOR
	<b>GESTIÓN</b>		
<b>IVG</b>	FASE 1	IVG1	Conocimiento sobre el diagnóstico del proceso productivo del arroz en el municipio de Carmen del Darién socializado entre el grupo de profesionales de la UTCH
	FASE 2	IVG2	Conocimiento científico/tecnológico sobre el uso de energías renovables y eficiencia energética para el mejoramiento del proceso productivo del arroz consolidado por el Grupo de investigación en Energías Renovables de la UTCH
	FASE 3	IVG3	Resultados del proceso de análisis de viabilidad técnica - económica y estrategia de mercado socializados con el equipo PERS Chocó
	FASE 4	IVG4	Mapa de actores, plan de apropiación social y de sostenibilidad para la implementación del proyecto socializados con el equipo PERS Chocó

#### 4.7. Bienes y/o Servicios

El presente estudio aporta a los entes estatales y a las asociaciones de base una herramienta documental técnica con información indispensable para la formulación y ejecución de un proyecto que permita la implementación de un sistema de energía renovable para el incremento de ingresos económicos de la cadena productiva del arroz en el municipio de Carmen del Darién.









**Tabla 7. Presupuesto General**

<b>Rubros presupuestales</b>	<b>Contrapartida Universidad Tecnológica del Chocó (en especie)</b>	<b>Contrapartida Gobernación del Chocó (en especie)</b>	<b>Contrapartida de la comunidad (en especie)</b>	<b>Total contrapartidas (en especie)</b>	<b>Solicitud de efectivo</b>	<b>TOTAL</b>
Recurso Humano	16'000.000	8'000.000	0	24'000.000	125'100.000	149'100.000
Materiales y Suministros	0	0	0	0	11'700.000	11'700.000
Equipos	0	0	0	0	17'500.000	17'500.000
Gastos de Campo	0	0	1'800.000	1'800.000	50'500.000	52'300.000
Gastos de Gestión (5%)	0	0	0	0	11'500.000	11'500.000
<b>TOTAL</b>	<b>16'000.000</b>	<b>8'000.000</b>	<b>1'800.000</b>	<b>25'800.000</b>	<b>216'300.000</b>	<b>242'100.000</b>

**Tabla 8. 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	5.5	\$4'000.000	22'000.000
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	4.5	\$4'000.000	18'000.000
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,	5.0	4'000.000	20'000.000
Profesional experto en mercadeo	1	Comprometido con el estudio de mercado de los productos agropecuarios del municipio	5.0	4'000.000	20'000.000
Ingeniero experto en la agroindustria del arroz.	1	Encargado de la identificación y análisis de la producción agropecuaria del municipio, de igual manera participara en el estudio de mercado del sector	5.0	4'000.000	20'000.000
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;	5.5.	4'000.000	22'000.000

Perfil profesional	Cantidad	Funciones	Dedicación (meses)	Costo/mes (\$)	Costo Total (\$)
Trabajadora 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	5.0	3'000.000	\$ 15'000.000
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;	5.5.	2'200.000	12'100.000
<b>TOTAL</b>					<b>149'100.000</b>

**Tabla 9. Materiales y Suministros**

Descripción	Cantidad	Costos
Elementos para trabajo de campo	Gb.	7'700.000
Papelería y elementos de escritorio	Gb.	4'000.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 11'700.000</b>

**Tabla 10.** Equipos

Descripción	Cantidad	Costos
Equipos para recopilación de información	Gb.	17'500.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 17'500.000</b>

**Tabla 11.** Gastos de Campo

Descripción	Cantidad	Costos
Alquiler de vehículos y/o compra de combustible		18'000.000
Pago de guías y paseros	Gb.	14'000.000
Pago de transporte entre comunidades	Gb.	20'300.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 52'300.000</b>

**Tabla 12.** Actividades

Actividades	Recurso Humano	Materiales	Gastos de campo	Maquinaria y equipos	Total
Coordinar reunión taller para la socialización del proyecto.	4'600.000		4'600.000		9'200.000
Elaborar el material y realizar taller de socialización con autoridades y comunidad	8'600.000	2'000.000	6'800.000		17'400.000
Levantamiento de información primaria y secundaria para realizar un diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de arroz en el municipio del Carmen del Darién.	38'400.000	1'000.000	14'500.000	3'500.000	57'400.000
Tabulación y análisis de la información.	12'100.000	2'500.000	6'000.000	3'500.000	24'100.000
Elaboración del diagnóstico sobre los beneficios del arroz, identificando plenamente su potencial de producción	14'700.000	1'000.000	7'000.000	3'500.000	26'200.000
Realizar un estudio de mercado sobre el proceso de producción y comercialización del arroz	32'600.000	3'000.000	7'000.000		42'600.000
Identificación de la mejor alternativa para generación de energía renovable	15'200.000	2'200.000	6'400.000	7'000.000	30'800.000
Elaboración y edición de informe final	10'900.000				10'900.000
Actividades administrativas y de supervisión	12'000.000				12'000.000
Gastos de gestión (5%)					11'500.000
<b>TOTAL</b>	<b>149'100.000</b>	<b>11'700.000</b>	<b>52'300.000</b>	<b>17'500.000</b>	<b>242'100.000</b>