

**BANCO DE PROYECTOS
PRIORITARIOS PARA EL
APROVECHAMIENTO DEL
POTENCIAL SOLAR Y
EÓLICO EN LA REGIÓN
CARIBE COLOMBIANA**

Yulineth Cárdenas Escorcía
Guillermo Valencia Ochoa
Marley Vanegas Chamorro

**Catalogación en la publicación. Universidad Autónoma del Caribe.
Departamento de Bibliotecas**

Cárdenas Escorcía, Yulineth Del Carmen
Banco de proyectos prioritarios para el aprovechamiento del potencial solar y eólico en la región Caribe Colombiana / Yulineth Del Carmen
Cárdenas Escorcía, Guillermo Valencia Ochoa, Marley Vanegas Chamorro - 1 edición.

Barranquilla, Colombia., Sello Editorial Uniautónoma, 2018.
150 páginas. : Ilustraciones, fotos a color y mapas.
ISBN 978-958-5431-14-0

1. Formas primarias de energía - 2. Recursos energético -- 3. Fuentes
alternas de energía - I. Valencia Ochoa, Guillermo. -- II. Vanegas
Chamorro, Marley. - Tit.

CDD: 333.792 C266

**Banco de proyectos prioritarios para el aprovechamiento
del potencial solar y eólico en la región Caribe Colombiana**

Universidad del Atlántico, 2018
Barranquilla, Col.

Yulineth Del Carmen Cárdenas Escorcía, Guillermo Valencia Ochoa, Marley Vanegas Chamorro,
2018

© Editorial Uniautónoma, 2018

Director de Publicaciones Científicas: Guillermo Mejía Mendoza
Coordinador de Publicaciones Científicas: Adalberto Bolaño Sandoval
Diseño y Diagramación: Carlos Colonna Ortega

Hecho en Colombia

© Reservados todos los derechos.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, sea cual fuere el medio, sin la anuencia por escrito del titular de los derechos.

Publicación revisada por dos pares anónimos externos.



BANCO DE PROYECTOS PRIORITARIOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL SOLAR Y EÓLICO EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA

Yulineth Cárdenas Escorcia
Guillermo Valencia Ochoa
Marley Vanegas Chamorro

BANCO DE PROYECTOS PRIORITARIOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL SOLAR Y EÓLICO EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA

Universidad del Atlántico

Autores

Ing. Yulineth Del Carmen Cárdenas Escorcía. Ingeniera Industrial.
Facultad de Ingeniería. Universidad del Atlántico.

Ing. Guillermo Valencia Ochoa. Magister en Ingeniería.
Docente Facultad de Ingeniería. Universidad del Atlántico.

Ing. Marley Vanegas Chamorro. Doctora en Energía.
Docente Facultad de Ingeniería. Universidad del Atlántico.

Colaborador

Jhonatan De la Cruz Buelvas. Ingeniera Mecánica.
Facultad de Ingeniería. Universidad del Atlántico.

Financiamiento

El presente documento ha sido desarrollado en el marco del Programa Integral de Evaluación y Aprovechamiento del Recurso Eólico y Solar en la Región Caribe Colombiana con énfasis en la Guajira, en la línea proyectos de I+D+I en planeamiento energético COLCIENCIAS-UPME, bajo el programa nacional de investigación en energía y minería, financiado por Colciencias, UPME y apoyado por el IDEAM, Facultad de Ingeniería, la vicerrectoría de docencia y la vicerrectoría de investigación, extensión y proyección social de la Universidad del Atlántico.

Ejecutor

Universidad del Atlántico

PROLOGO

Actualmente, la generación de energía con fuentes convencionales y consumo desmedido de las misma, hacen parte de la visible e injustificada contaminación del medio ambiente, donde los mayores afectados son los espacios ecológicos en reserva, comunidades autónomas, resguardos y lugares dedicados a la preservación del medio; consecuencias que estan asociadas a la sobre-explotación y el uso de los combustibles fósiles, provocando serios daños reflejados en el efecto invernadero. Entre los daños más severos que se pueden aludir son el calentamiento global del planeta, derrames de combustibles en el mar y la contaminación ambiental en las ciudades.

En base a lo anterior, existen razones argumentadas de tipo económico y ambiental para fomentar el uso de fuentes alternas de energía, estas fuentes apuntan al uso de las energías renovables, limpias y disponibles, las cuales han representado en los últimos años una prioridad política en los gobiernos de los países desarrollados y en vías de desarrollo. Por medio de la energía renovable se opta por la oportunidad no solo de contribuir al esfuerzo internacional de cuidar el medio ambiente, si no en lograr la autosuficiencia energética, al mismo tiempo de obtener beneficios económicos y sociales con base en el uso de las tecnologías apropiadas.

Este libro ofrece un examen completo de posibles proyectos de energía renovable estudiados con diferentes metodologías de selección de proyectos apropiados, teniendo como fin el aprovechamiento del potencial solar y eólico en la región Caribe Colombiana. Asimismo, se tuvo en cuenta el aspecto social enfatizado en las comunidades rurales de Guacochito-Cesar, Kamuchasain-Guajira, Barrigón-Atlántico e Isla Grande-Bolívar.

Este trabajo es fruto gracias del compromiso del grupo de Investigación KAI de la Universidad del Atlántico, el cual espera contribuir a los banco de proyectos Nacionales de energía disponibles para la Región, teniendo como base el aseguramiento energético integral, basado en sistemas apropiados, consolidando las buenas prácticas al servicio del uso racional de la energía y preservación del medio ambiente.

Yulineth Cardenas Escorcía

Ingeniera Ambiental, Universidad de la Costa

Ingeniera Industrial, Universidad del Atlantico

Grupo de Investigación en Gestión Eficieinte de la Enregía -kaí

RESUMEN

Este trabajo se enmarca de forma general dentro del Programa de Evaluación y Aprovechamiento del potencial Solar y Eólico en la Región Caribe Colombiana, adscrito a la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) del Ministerio de Minas y Energía (MME) y Colciencias .

Este documento muestra los resultados de la aplicación de la metodología del despliegue de la función de calidad (QFD), ponderando las funciones de pertenencia mediante lógica difusa para la generación de un banco de proyectos prioritarios que promuevan el uso y aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía en las comunidades de Isla Grande - Bolívar, Guacochito - Cesar, Caserío de Barrigón Luruaco-Atlántico y Kamuchasain - La Guajira.

Entre los insumos relevantes para el desarrollo de este trabajo se destaca el proceso de identificación de necesidades de las comunidades, a partir de fuentes primarias como encuestas, visitas y entrevistas, además de la determinación de la disponibilidad actual del recurso eólico y solar en la región.

La metodología desarrollada permitió plantear un conjunto de proyectos que atienden tanto a las necesidades energéticas básicas de dichas comunidades, como a la mejora de los índices de calidad de vida, a partir del desarrollo, asimilación y apropiación de soluciones tecnológicas conforme a criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales.

ABSTRACT

This work generally falls within the Program Evaluation and Utilization of solar and wind potential in the Colombian Caribbean Region, attached to the Mining and Energy Planning Unit (UPME) of the Ministry of Mines and Energy (MME) and Colciencias.

This work shows the results of applying the methodology of the deployment of the quality function (QFD), considering the membership functions with fuzzy logic, for generating a bank of priority projects that promote the use and development of sources conventional energy in the communities of Isla Grande - Bolivar Guacochito Caesar, Hamlet of Barrigón Luruaco-Atlantico and Kamuchasain- Guajira.

Among the relevant inputs for the development of this work the process of identifying community needs stands out from primary sources such as surveys, visits and interviews, in addition to determining the current availability of wind and solar resource in the region.

The methodology allowed us to propose a set of projects that meet both the basic energy needs of these communities, and to improving the quality of life indices, from the development, assimilation and appropriation of technological solutions according to technical, economic , social and environmental.

TABLA DE CONTENIDO

PROLOGO	9
RESUMEN	11
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	21
CAPÍTULO 1. ENTORNO DE ANÁLISIS INVESTIGATIVO	25
1.1. Aspectos informativos	25
1.2. Motivación	25
1.3. Objetivos	27
1.3.1 General.	27
1.3.2 Específicos.	27
1.4. Estructura del documento	28
1.5. Etapas del ciclo de los proyectos	29
1.6. Origen de los proyectos prioritarios	29
1.7 Criterios generales	30
1.7.1 Criterios financieros	30
1.7.2 Criterios ambientales	30
1.7.3 Criterios de sostenibilidad	31
1.7.4 Criterios económicos	31
1.7.5 Criterios sociales	32
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL	35
2.1 Marco Teórico	35
2.1.1 Energía eólica para plantas desalinizadoras	36
2.1.2 Energía solar fotovoltaica	38
2.1.3 Sistema híbrido (eólico y solar) para generación de energía	39
2.1.4 Iluminación eléctrica a través de la energía solar	41
2.1.5 Metodología QFD	42
2.1.6 Pasos para la construcción del diagrama QFD “Casa de la Calidad”	43
2.1.7 Diagrama de causa-efecto/ espina de pescado	46
2.1.8 Enfoque de marco lógico (EML)	49

2.2 Marco conceptual.	54
2.3 Marco legal	58

CAPÍTULO 3. BANCO DE PROYECTOS PRIORITARIOS 61

3.1 Proyecto prioritario 1: Generación de iluminación mediante aprovechamiento de energía solar en el municipio de Guacochito en el departamento del Cesar. 61	
3.1.1 Propósito del proyecto	61
3.1.2 Introducción.	61
3.1.3 Alcance.	63
3.1.4 Objetivos.	63
3.1.5 Hipótesis	64
3.1.6 Marco referencial	64
3.1.7 Descripción física del territorio. (Zona de estudio)	65
3.1.8 Plan de desarrollo del departamento del Cesar (nivel energético)	66
3.1.9 Identificación del problema. EML	68
3.1.10 Aplicaciones del despliegue de la función calidad (QFD)	71
6. Paso análisis de los “Cómos”.	74
3.1.11 Esquema de la matriz QFD para proyecto en la comunidad de Guacochito – Cesar	76
3.1.12. Diagrama de causa-efecto / espina de pescado	77
3.2 Proyecto prioritario 2: Aprovechamiento de la energía eólica para plantas desalinizadoras de agua de mar en Isla Grande – Bolívar	77
3.2.1 Propósito del proyecto	77
3.2.2 Introducción.	78
3.2.3 Alcance	78
3.2.4 Objetivos	79
Objetivo General.	79
Objetivos Específicos.	79
3.2.5 Hipótesis	79
3.2.6 Marco referencial	79
3.2.7 Descripción física del territorio. (Zona de estudio)	80

3.2.8 Plan de desarrollo del departamento de Bolívar	81
Competencias Departamentales	84
3.2.9 Identificación de problemas	85
3.2.10 Aplicación despliegue de la función calidad (QFD)	88
3.2.11 Esquema de la matriz QFD para proyecto en la comunidad de isla Grande – Bolívar	93
3.2.12 Diagrama de causa-efecto / espina de pescado	94
3.3 Proyecto 3: Suministro e instalación de tecnología solar fotovoltaica en Kamuchasain –Guajira	94
3.3.1 Propósito del proyecto	94
3.3.2 Introducción.	95
3.3.3 Alcance.	97
3.3.4 Objetivos.	97
3.3.5 Hipótesis	97
3.3.6 Marco referencial	97
3.3.7 Descripción física del territorio. (Zona de estudio)	100
3.3.8 Plan de desarrollo del departamento de la Guajira	102
3.3.9 Identificación de problemas	103
3.3.10 Aplicación del despliegue de la función calidad (QFD).	106
3.3.11 Esquema de la matriz QFD para proyecto en la ranchería de Kamuchasain –Guajira	111
3.3.12. Diagrama de causa-efecto / espina de pescado	111
3.4 Proyecto 4: Sistema híbrido (eólico y solar) generación de energía en el caserío de Barrigón-Atlántico	112
3.4.1 Propósito del proyecto	112
3.4.2 Introducción.	113
3.4.3 Alcance.	117
3.4.4 Objetivos.	117
3.4.5 Hipótesis	118
3.4.6 Marco referencial	118
3.4.7 Descripción física del territorio. (Zona de estudio)	119

3.4.8 Plan de desarrollo del departamento del Atlántico	120
3.4.9 Identificación de problemas.	121
3.4.10 Aplicación despliegue de la función calidad (QFD)	124
3.4.11 Esquema de la matriz QFD para proyecto en el caserío de Barrigón Atlántico	128
3.4.12 Diagrama de causa-efecto / espina de pescado	129
4. RESULTADOS	130
4.1 Generación de iluminación mediante aprovechamiento de energía solar en el municipio de Guacochito en el departamento del Cesar.	131
4.2 Generación de energía eólica para plantas desalinizadora de agua de mar en isla Grande - Bolívar.	132
4.3 Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica kamuchasain - La Guajira	133
4.4 Sistema híbrido (eólico y solar) generación de energía en el caserío de Barrigón Atlántico	134
5. CONCLUSIONES	135
Anexo	137
1. Encuestas capacitaciones y talleres realizados en las distintas comunidades utilizando la revista como medio de apropiación conceptual.	137
2. Modelo de encuesta	138
3. Acta de donación de cartillas.	139
4. Participación de la comunidad en cada una de las charlas.	140
5. Plan de acción dirigido a todos los proyectos	141

INTRODUCCIÓN

El presente documento ha sido elaborado con el fin de atender a uno de los objetivos del Programa Integral de Evaluación y Aprovechamiento del Recurso Eólico y Solar en la Región Caribe Colombiana con énfasis en la Guajira, enmarcado en la línea proyectos de I+D+i en planeamiento energético COLCIENCIAS-UPME, bajo el programa nacional de investigación en energía y minería, financiado por Colciencias, UPME, y apoyado por IDEAM.

El Banco de Proyectos prioritarios a través de la adopción de las metodologías de formulación de proyectos y la definición de los procesos y procedimientos de registro de información, viabilidad, seguimiento entre otros, permitirá fomentar en la gestión pública-gubernamental la cultura de proyectos enfocados a dar soluciones a las situaciones actuales que presentan las comunidades

Los procedimientos de registro en el banco de proyectos se ha fundamentado en la realización de encuestas, entrevistas y observación directa, herramientas que permiten facilitar la gestión del banco eficientemente, en condiciones puntuales que contribuyan a la unificación de procesos.

Los procedimientos presentados en este documento permiten que se efectúen las modificaciones en cierta información en programas y proyectos registrados, siempre y cuando no cambien sus objetivos y/o metas, lo cual implicaría programas y proyectos distintos.

El documento se estructura básicamente a partir de dos componentes: el análisis documental y la formulación de proyectos

El análisis documental se desarrolla a través de dos capítulos.

El capítulo 1 presenta aspectos generales de la investigación, nacimiento de la idea, objetivos, origen y etapas del ciclo de los proyectos, y criterios tenidos en cuenta para la estructuración de la investigación.

El capítulo 2 consta del marco referencial que contiene los términos y definiciones claves para la elaboración de los proyectos para las diferentes comunidades.

Estos conceptos están orientados a clarificar los principios del suministro de iluminación a través del recurso solar, sistemas híbridos, energía solar fotovoltaica, y aprovechamiento de la energía eólica para la operación de plantas desalinizadoras.

La formulación de proyectos se desarrolla a través de dos capítulos.

El capítulo 3 presenta los proyectos prioritarios de cada comunidad, identificando y formulando en forma detallada los procesos para la presentación de cada una de las propuestas, donde se especifican los aspectos necesarios para la generación de cada uno de ellos.

El capítulo 4 genera de forma resumida en cuadros, los proyectos desarrollados en cada comunidad, expresando los distintos criterios pertinentes al momento de la elección de cada proyecto.

CAPÍTULO 1

ENTORNO DE ANÁLISIS INVESTIGATIVO

1.1. Aspectos informativos

Esta investigación tiene como objetivo principal caracterizar aspectos fundamentales de los proyectos prioritarios para las comunidades rurales de la Región Caribe Colombiana, analizando los espacios geográficos donde habitan, disponibilidad del recurso eólico y solar, nivel de accesibilidad geográfica, comunicación directa con la comunidad, etc. Lo anterior, es llevado a cabo con la participación de un grupo de profesionales en diferentes ramas del conocimiento, tales como ingenieros, economistas, lingüistas y técnicos, quienes hicieron posible la consolidación de las especificaciones geográficas, técnicas, culturales, sociales, económicas y ambientales para la ejecución de los proyectos prioritarios. En la Tabla 1 se relacionan las zonas estudiadas en este proyecto.

Comunidad	Departamento	Ubicación
Guacochito	Cesar	Latitud: 10.5333 Longitud: -73.15
Kamuchasain	Guajira	Latitud: 11,55 Longitud: -72.95
Barrigón	Atlántico	Latitud: 10.955 Longitud: -74.24
Isla grande	Bolívar	Latitud: -75.74 Longitud: 10.17

Tabla 1. Ubicación de las zonas de estudio.
Fuente: Elaborada por los autores

1.2. Motivación

Colombia es considerada como uno de los países en Latino América con mayor disponibilidad del recurso eólico y solar, lo cual facilita la viabilidad técnica de la implementación de tecnologías limpias y renovables para su aprovechamiento, propiciando la mitigación del impacto ambiental que presenta el planeta actualmente.

Fundamentalmente, la problemática radica en que no existe un alto nivel de aprovechamiento de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) en la región, las cuales pueden ser utilizadas como medios para reducir la brecha existente entre el uso de las tecnologías apropiadas y las comunidades rurales, subsanar la demanda energética que presentan las mismas y mitigar en gran manera la crisis humanitaria y ambiental por la que atraviesan estas comunidades. Uno de los principales aspectos causante de esta situación es el bajo nivel de coordinación administrativo, político y legal de distintos actores para la ejecución de proyectos de este tipo, tales como las gobernaciones municipales, rurales (cabildos), nacionales y departamentales. Otro aspecto influyente, es la poca disposición a participar en el desarrollo de estos proyectos por parte de los habitantes de las comunidades indígenas y afrodescendientes, añadiendo el alto nivel de inseguridad en las zonas de influencia en las diferentes comunidades, lo cual hace que este conjunto de causas tengan como consecuencia un alto porcentaje de utilización del tiempo hábil para la satisfacción de las necesidades básicas, y un nivel de morbilidad y mortalidad infantil considerable, llevando esto a lo que se conoce hoy como pobreza extrema.

De esta manera, se hace necesario la generación de un banco de proyectos prioritarios, el cual permite plasmar actividades de desarrollo auto sostenible que mejoren la realidad de dichas comunidades, con el fin de preservar el ambiente, aprovechar el recurso eólico y solar disponible, alcanzar la auto sostenibilidad de la región, mejorar las condiciones de vida de los pobladores, especialmente de las comunidades, y garantizar que este patrimonio cultural y ecológico pueda ser heredado a las futuras generaciones. Cabe resaltar que este proyecto está encaminado al desarrollo de uno de los objetivos que propone el plan de desarrollo de las FNCE contemplado por la UPME y en el Plan Energético Nacional 2006 - 2025, el cual promueve el fortalecimiento, promoción y consolidación de seguridad, uso e integración de la energía regional (Consortio Energético Corpoema, 2010). Además, se atiende con el cumplimiento de uno de los objetivos del PROGRAMA INTEGRAL DE EVALUACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL RECURSO EÓLICO Y SOLAR EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA CON ÉNFASIS EN LA GUAJIRA”, enmarcado en la línea PROYECTOS DE I+D+i EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO COLCIENCIAS-UPME, bajo el PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA.

Por todo lo anterior, se planteó el siguiente interrogante: ¿CÓMO CONTRIBUIR A LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LAS COMUNIDADES

TRADICIONALES EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA, UTILIZANDO LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA Y HACIENDO BUEN USO DE LAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS?.

En Colombia existe una gran concentración de las comunidades indígenas y afrodescendiente, con un territorio conformado por resguardos y reservas naturales, por lo tanto, intentar relacionar las comunidades y nuevas tecnologías es atractivo y pertinente para esta investigación. Para la realización de este estudio se utilizó la metodología ZOPP de la GTZ (Alemania) o la también llamada MML matriz de marco lógico idónea para formular proyectos (Mora Navaro Diego, Hirtado Lievano Jorge, 2004) permitiendo identificar problemas, necesidades, involucrados, etc.

1.3. Objetivos

1.3.1 General

Generar un banco de proyectos prioritarios que se encuentren contemplados en el programa de evaluación y aprovechamiento del recurso solar y eólico en la región Caribe colombiana dirigido a las comunidades tradicionales de la costa Caribe colombiana.

Para ello fue necesario cumplir los objetivos específicos que se detallan a continuación.

1.3.2 Específicos

- Determinar problemas y necesidades por medio de encuestas y entrevistas realizadas a los habitantes de las comunidades de la región Caribe con énfasis en los departamentos de La Guajira (Riohacha), Bolívar (Islas del Rosario), Atlántico (Luruaco y Tubará) y Cesar (Guacochito).

Con múltiples herramientas lúdicas-pedagógicas se pudo identificar los problemas y necesidades que presentan, permitiendo una identificación de la situación actual que éstas poseen.

- Aplicar la metodología de despliegue de la función de calidad con el fin de seleccionar y priorizar las alternativas que satisfacen dichos problemas y necesidades energéticas de las comunidades, teniendo en cuenta las políticas gubernamentales contempladas en el Plan de Desarrollo Nacional.

Se hizo necesaria la priorización de alternativas de solución que permitió seleccionar la alternativa que beneficie al mayor porcentaje de población.

- Formular perfiles de situación para cada proyecto seleccionado atendiendo a criterios económicos, porcentaje de población beneficiada, población objetivo, relación causa - efecto utilizando al método Diagrama de Ishikawa, situación actual y esperada, objetivos, metas e indicadores cuantitativos.

Teniendo en cuenta que cada comunidad es distinta, se analizaron los criterios y restricciones que presenta cada una de estas para lograr una aceptación en conjunto que permita la realización del proyecto.

- Determinar el plan de acción para cada uno de los proyectos prioritarios del programa de evaluación y aprovechamiento del recurso eólico y solar de la región Caribe colombiana.

Con la finalidad de plantear las acciones requeridas para la ejecución de los diferentes proyectos, se hace necesario la creación del plan de acción permitiendo dejar en claro las actividades correspondientes a cada comunidad.

1.4. Estructura del documento

Para cumplir con los objetivos planteados, se ha desarrollado la siguiente estructura:

El capítulo uno presenta aspectos generales de la investigación, motivación, objetivos, origen y etapas del ciclo de los proyectos, criterios tenidos en cuenta para la estructuración del proyecto y finalmente la estructura general del mismo.

El capítulo dos presenta el marco referencial y teórico, desglosando temas como: el uso de la energía eólica para plantas desalinizadora, energía solar fotovoltaica, sistema híbrido (eólico y solar) para la generación de energía, iluminación a través de la energía solar, diagrama de causa-efecto/ espina de pescado, Metodología QFD, Metodología de marco lógico, además del marco conceptual y el marco legal.

En el capítulo tres se encuentra el banco de proyectos prioritarios correspondientes a cada comunidad, cumpliendo con los criterios establecidos en los objetivos específicos.

En el cuarto capítulo, se muestran los resultados del proyecto presentados por medio de cuadros que recopilan la información general de cada proyecto prioritario en las diferentes comunidades.

Y finalmente en el capítulo cinco se presentan las conclusiones obtenidas en el proyecto.

1.5. Etapas del ciclo de los proyectos

Estas etapas son una generalización de las fases de todos los proyectos que se encuentran contemplados en el Banco de proyectos prioritarios. En la Tabla 2 se sintetiza las etapas, actividades y tareas correspondientes a cada proyecto.

Etapas	Actividades	Tareas
Pre inversión Idea Perfil Prefactibilidad Factibilidad Diseños Preliminares	- Identificación del problema, objetivos y medios. - Selección de alternativas de Solución. - Preparación de las alternativas.	Formulación y evaluación
Inversión Diseño Definitivo Construcción	- Administración de la Inversión - Seguimiento	-Planeación - Ejecución o acción - Control - Revisión
Operación Mantenimiento	-Administración de la Operación -Evaluación	-Planeación - Operación - Control - Revisión

Tabla 2. Fase de los proyectos prioritarios.
Fuente: Elaborada por los autores

1.6. Origen de los proyectos prioritarios

El banco de proyectos prioritarios a través de la adopción de las metodologías de formulación de proyectos, la definición de los procesos y procedimientos de registro y viabilidad, permite encontrar el apoyo de la gestión pública teniendo en cuenta convenios, la participación cultural y el plan de desarrollo que rige el departamento. Esto involucra las necesidades de una comunidad, logrando tener iniciativas de proyectos que apunten a la solución de los problemas encontrados.

Este banco de proyectos es una herramienta que permite materializar los lineamientos propuestos, siguiendo el Plan de Desarrollo Nacional en el área de eficiencia energética, con el que se concretan las labores de análisis y ejecución de las diferentes actividades, haciendo seguimiento y evaluando los resultados obtenidos.

La Ilustración 1 resume la cadena procedente del origen de los proyectos prioritarios, en la que se presentan los principales ejecutores de los proyectos, y a partir de la cual se pueda visualizar el panorama que interviene en la toma de decisiones.

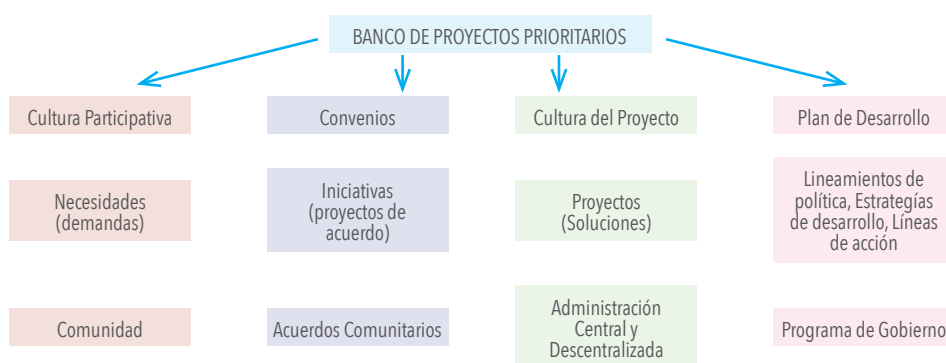


Ilustración 1. Origen de los proyectos prioritarios.
Fuente: Elaborada por los autores

1.7 Criterios generales

1.7.1 Criterios financieros

Se valoraron los requerimientos de financiación y el presupuesto del proyecto, la disponibilidad de los recursos por parte de las entidades financiadoras y cofinanciadoras, teniendo en cuenta aspectos como:

- Estudio completo de las condiciones y fuentes de financiamiento opativas y su influencia en la ejecución oportuna del proyecto.
- Sostenibilidad del proyecto, lo que constituye la garantía de operación después de la culminación de su ejecución con el aporte de la comunidad y/u otras instituciones.

1.7.2 Criterios ambientales

El estudio describe los efectos sobre el medio ambiente, cuando aplique,

sobre la vida de la población o la comunidad donde se ejecute el proyecto. En caso de verificarse impactos negativos, es necesario presentar un plan de manejo ambiental PMA donde, además de cuantificar el impacto, se detallen las medidas de prevención, mitigación y compensación con las que se compromete la institución responsable del proyecto.

En síntesis, un proyecto debe presentar licencia ambiental cuando la magnitud o el carácter del proyecto así lo exijan. En caso que un proyecto requiera un plan de manejo ambiental, es necesario anexar la programación de actividades y especificación clara de la destinación de los recursos para la mitigación.

Estos criterios se aplican principalmente a proyectos que involucran obras de infraestructura y, por lo tanto, pueden llegar a generar impactos ambientales positivos y/o negativos. Para los proyectos que requieran de licencia ambiental, ésta será obtenida teniendo en cuenta los requerimientos establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente.

1.7.3 Criterios de sostenibilidad

Evalúa la capacidad de la institución que presenta el proyecto y su compromiso para garantizar la operación eficiente durante la vida útil del proyecto. Igualmente, considera el apoyo institucional al proyecto y el desarrollo de sinergias o complementariedades entre instituciones; la capacidad de adaptarse a nuevos escenarios o la capacidad de promover el cambio organizacional y la relación con la comunidad y por ende la gobernabilidad democrática.

1.7.4 Criterios económicos

El objetivo de esta evaluación es contar con elementos de decisión acerca de la conveniencia de ejecutar un proyecto de inversión, llamada también relación costo-beneficio, la cual estudia y mide el aporte neto de un proyecto al bienestar de las comunidades y compara los costos frente a los beneficios que se obtienen en la ejecución del mismo. Se deben tener en cuenta los costos de inversión y de operación a fin de poder determinar si los costos estimados del proyecto son completos.

Existen varias metodologías y modelos de evaluación económica de proyectos que permiten ordenar, estimar y valorar los costos y los beneficios bajo consideraciones específicas para los diferentes tipos de proyectos. Muchas de

estas metodologías incluyen ajustes a los costos (costos de mercado a costos económicos) con el fin de obtener indicadores económicos. Para el caso en que los beneficios del proyecto sean valorados, los indicadores más comunes para definir su rentabilidad económica son el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

En el caso en que los beneficios sean de difícil valoración se deberá tener en cuenta el análisis cualitativo de éstos y los indicadores que se hayan considerado en la evaluación que presenta el proyecto, como son los indicadores de costo-eficiencia, costo mínimo, costo anual equivalente, entre otros. Estos indicadores son aplicables en términos de comparar y seleccionar alternativas de inversión.

1.7.5 Criterios sociales

La evaluación social incorpora tanto un análisis de eficiencia de los impactos de un proyecto en una política, como los aspectos de equidad; es decir, la forma igualitaria como se deben distribuir los beneficios entre la comunidad y los efectos que genera el proyecto sobre la distribución de ingresos y mejoramiento de la calidad de vida de la población, por lo que se debe atender a los siguientes requerimientos:

- Necesidades básicas insatisfechas: hacinamiento crítico, vivienda inadecuada, servicios inadecuados, alta dependencia económica, etc.
- Localización geográfica.
- Si el objetivo del Plan de Desarrollo se relaciona con los desafíos del proyecto.
- Mejoramiento de calidad de vida.
- Número de beneficiarios.
- Grupos etarios beneficiados.

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

En la actualidad las tecnologías desempeñan un importante papel en los procesos de cambio social, demarcando posiciones y conductas de los actores o participantes que están involucrados, además condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios, generando situaciones sociales y ambientales que facilitan o imposibilitan la ejecución de proyectos ambientalmente sostenibles.

Para la realización de este proyecto se tuvo en cuenta la accesibilidad a las diferentes zonas donde se realiza el estudio, lo cual permite considerar los siguientes proyectos: Generación de electricidad a través de energía eólica para plantas desalinizadoras (Isla Grande-Bolívar); Iluminación mediante paneles solares aprovechando el recurso solar de la zona (Guacochito, Cesar); Sistema híbrido (eólico y solar) para generación de energía (Caserío de Barrigón-Atlántico); Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica (Kamuchasain-Guajira).

Por lo anterior, este proyecto se focaliza en la Iluminación a través de la paneles solares, sistemas híbridos, el aprovechamiento de la energía fotovoltaica y energía eólica para la operación de las plantas desalinizadoras.

FECHA	ESTUDIO	ACCIONES REALIZADAS
1998	Energía eólica. Situación actual y perspectivas	Análisis del estado del arte, evolución y tendencias de la Energía eólica en el mundo y perspectivas en Colombia
	Estudios del potencial eólico en Colombia	Identificación y evaluación gruesa de parques en la Guajira
1999	Estudio de aprovechamiento eólico alta guajira	Reconocimiento y Viabilidad técnica, económica y ambiental de un parque eólico Piloto de 24,7 MW (Finaliza en agosto 2002)
2001	Convenio de asistencia técnica con la GTZ	Mediciones de viento. Estudios de Factibilidad - Diseño (Fin 2002)
2002	Decisión de construcción parque eólico piloto	No se encuentra publicado
2004	Operación, monitoreo y evaluación del desempeño	No se encuentra publicado

2006	Evaluación ex post - lecciones aprendidas	No se encuentra publicado
2007	Estudios de factibilidad nuevos proyectos	No se encuentra publicado

Tabla 3. Marco general de los trabajos cronología.
Fuente: Lourdes García Rodríguez, 2015

2.1.1 Energía eólica para plantas desalinizadoras

El foro de normalización y contexto nacional de energía solar y eólica INCONTEC¹-UPME, establecen lineamientos avalados en la descripción de la tecnología de los aerogeneradores modernos que se deben usar en las plantas que utilizan o desean utilizar la energía eólica, ejemplo de estos lineamientos son el diámetro del rotor, altura de la torre y el peso total, velocidad de rotación y costo de instalación mínimo, las ventajas de las plantas que utilizan este medio de generación de energía, etc.

Con la utilización de los parámetros sugeridos, las plantas desalinizadoras tendrán a disposición energía inagotable, compatible con el medio ambiente, versátil, expandible, con tecnología en desarrollo y reducción de costos con una aplicabilidad ideal para las zonas donde se hace el estudio (comunidades tradicionales). En la Tabla 3 se presenta la cronología del marco general de los estudios y trabajos realizados.

La generación de electricidad por medio de la energía eólica para plantas desalinizadoras es una idea que se ha generalizado y se ha extendido a nivel mundial. Por ejemplo, en España existen aproximadamente 700 plantas desalinizadoras de agua de mar repartidas por el litoral y las islas, siendo el quinto país en cantidad de plantas en funcionamiento en los últimos años (Díaz y Masera, 1998, Aguilar, 1994), lo cual implica y es demostrable que existe rentabilidad en la construcción de estas plantas, teniendo en cuenta aspectos técnicos como la eficiencia de cada sistema, los costos de adquisición de materiales, ensamble, mantenimiento y ahorros económicos inherentes, además de la cantidad de agua y el costo del agua en litros en las diferentes regiones. En otros países como Kuwait, este proceso se encuentra muy desarrollada, lo que se puede confirmar con un noventa y cinco por ciento (95%) de producción de agua proveniente de la desalinización (Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas, 2013).

El proceso de desalinización conlleva un alto consumo energético, la cual no

¹ Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

debería ir separada al proceso de producción de la misma, aunque hay una temperatura mínima para convertir el agua salada en dulce (El-Sayed y Silver, 1980), por lo que es necesario una gran cantidad de energía en los procesos reales de desalinización, que en su mayoría proviene de los combustibles fósiles (petróleo y gas natural), causando que las inmensas reservas de los países vayan disminuyendo gradualmente. El consumo específico de un proceso de desalinización debería hacerse en términos de energía primaria y no en términos de consumo eléctrico como normalmente dan los suministradores.

La Tabla 4 muestra el consumo primario de los métodos más utilizados en el mundo, dichos consumos son actuales y han evolucionado favorablemente en los últimos años.

	MSF	MED	VCa ²	ROa
Proceso	Destilación múltiple efecto	Destilación múltiple efecto	Comprensión de vapor	Destilación Solar
Consumo específico (kJ combustible/kg agua)	400-500 200-300b³	350-400 200-250b	100-200	70-90 30-50c ⁴

Tabla 4. Consumo específico en procesos de desalinización
Fuentes: Física Italmimpianti, 1999; IDE, 1999

De igual manera, la demanda energética para eliminar las sales disueltas en las aguas salinas o salobres es elevada, con el objetivo de potabilizarlas para el consumo humano, uso industrial o agrícola en el grado que lo requiera, es por esta razón que para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto se debe incluir y hacer uso de las nuevas tendencias de energías limpias para un ahorro energético efectivo.

La energía eólica es probablemente la más viable alternativa desde el punto de vista económico y ambiental, puesto que no contamina el medio y ayuda a reducir la dependencia de combustibles fósiles. Las tecnologías utilizadas para el aprovechamiento de la energía eólica se encuentran desarrolladas para competir con otras fuentes energéticas en cuanto a su tiempo de construcción, el cual es menor en comparación con otras fuentes energéticas.

2 Energía eléctrica producida en una planta con una eficiencia del 30%.

3 Proceso de desalación en una planta con cogeneración.

4 Incluyendo sistema de recuperación de energía en un proceso RO.

2.1.2 Energía solar fotovoltaica

El fundamento de la energía solar fotovoltaica es el efecto fotoeléctrico o fotovoltaico, que consiste en la conversión de la luz en electricidad. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como fuente eléctrica (Amarya, 1998).

En la Ilustración 2 se puede apreciar una breve descripción del proceso de generación solar fotovoltaica.

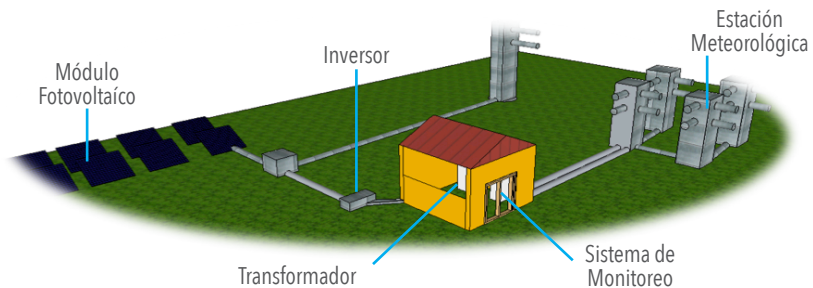


Ilustración 2. Proceso de generación fotovoltaica.
Fuente: Elaborada por los autores / Herramienta: Google Sketchup

La tecnología desarrollada para captación y generación de energía solar se denomina fotovoltaica, la cual consiste en una serie de celdas fotosensibles (sensibles a la luz), que transmiten un pulso eléctrico, el cual se busca aprovechar y almacenar para su aprovechamiento posterior por medio de un juego de baterías o acumuladores, o por medio de uso directo (IES, TEGUESTE, 2001). Por otra parte la radiación solar en promedio da una irradiación de 4.5 a 6.95 KWh/m² día y permite transformarla a partir de paneles solares en energía eléctrica, la cual se puede suministrar a una tensión de 12 voltios (V) o a la tensión requerida por los usuarios (Sierra Garriga, 1996).

En la Tabla 5 se muestran aspectos, influencia, acciones y generalidades, en cuanto al panorama de los sistemas fotovoltaicos se refiere.

Aspecto	Influencia	Acción	Generalidad
Equipo e Inversión	Flexibilidad: facilidad para aumentar de pocos a más Wp	Gastos de Inversión de siete dólares por vatio fotovoltaico.	Los sistemas FV son competitivos sobre todo en el rango de bajo consumo de energía en las zonas alejadas y sin electricidad. Necesidad de sistemas de financiación (debido también a la poca capacidad de capital en las zonas rurales) Operación y mantenimiento.
Operación y Mantenimiento	Fiabilidad: pocos gastos y necesidad de mantenimiento y supervisión	Necesidad de respaldo o almacenamiento para utilización nocturna y en días de poco sol. La batería es el punto débil de los sistemas FV.	Los sistemas FV a menudo son competitivos gracias a la relación costo –duración
Organización	Integración fácil en “paquetes” de consumo adaptados a las necesidades del consumidor	Una mayor participación del consumidor es más necesaria en los proyectos de energía FV que en los de extensión de la red eléctrica ordinaria	Necesidad de introducir cambios institucionales en el sector eléctrico para los proyectos de electrificación rural con sistemas FV
Consecuencias ambientales	No perjudican el medio ambiente, no emiten CO2 y otros gases, en comparación con los sistemas que consumen combustibles fósiles	La eliminación de baterías es un aspecto ambiental importante	Posible financiación conjunta de los programas interesados en el cambio climático

Tabla 5. Panorama general del potencial de los sistemas FV.
Fuente: Encuesta de la FAO.2012

2.1.3 Sistema híbrido (eólico y solar) para generación de energía

La cantidad de energía eólica capturada depende principalmente de las condiciones meteorológicas de cada lugar en específico, el costo de producción de la energía eléctrica es fijo una vez que la planta de generación es constituida (Munteanu, Bratcu, Cutulis and Ceanga, 2008). En las últimas décadas, el desarrollo de esta tecnología ha tenido un gran avance debido al incremento en el precio de los combustibles fósiles, las bajas reservas existentes y el impacto adverso sobre el medio ambiente (Master, Munteanu et al. y Wu, Lang, Zargari y Kouro, 2011). Por lo anterior, las energías renovables son una herramienta que puede ser utilizada para el abastecimiento de energía en las zonas rurales. La combinación de una tecnología renovable con una tecnología disponible puede proporcionar una alternativa aplicable para suplir las necesidades energéticas que presentan las diferentes comunidades. En la Ilustración 3 muestra una proyección en la generación de energía desde 2005 hasta el 2035,

donde se observa cómo las energías renovables se podrían posicionar como la segunda fuente de energía para la población mundial en 2035 por encima del gas y de la energía nuclear y sólo por debajo del carbón cuyas reservas mundiales aún son vastas y podrían agotarse hasta 2065 (EIA, 2012).

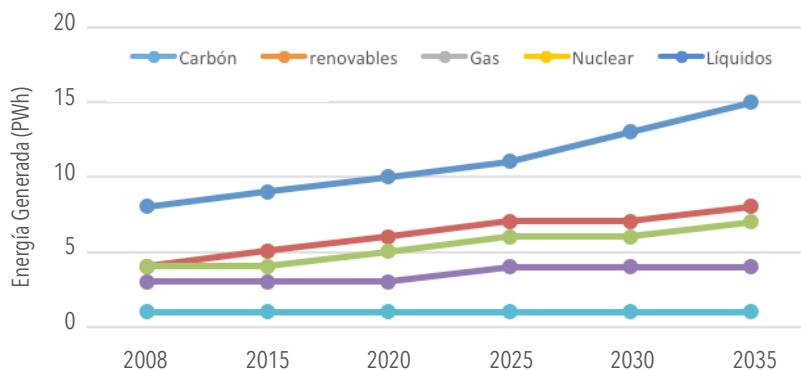


Ilustración 3. Proyección energética 2005-2035.
Fuente: EIA, 2012

Los sistemas de energía donde se utilizan múltiples fuentes de generación, se definen como “sistemas híbridos” y son aquellos que incorporaran diferentes componentes, tales como la producción, el almacenamiento, el acondicionamiento de potencia y el sistema de control para el suministro de energía a una carga aislada de la red. La energía eólica a pesar de tener características más zonales, según el Consejo Mundial de Energía Eólica (GWEC) en su informe anual de 2011, se mantiene como la de mayor crecimiento a nivel mundial. Por otra parte en muchas áreas de nuestro planeta existen buenas condiciones para explotar recursos solares y eólicos simultáneamente (Dorji, 2003). La cantidad de esta energía recibida y disponible es tan grande que equivale aproximadamente al doble de toda la energía producida por otras fuentes de energía no renovables como el petróleo, carbón, uranio y gas natural. Además, Colombia tiene una posición geográfica privilegiada en cuanto a la captación de este tipo de energía. En 2011, gran parte del territorio recibió una radiación solar promedio de 5,000 Wh/m²día en comparativa con los países de Norteamérica y del norte de Europa cuya radiación solar promedio apenas superó los 2500 Wh/m²día (UNAM, 2012).

La combinación de varias FRE⁵ (sistemas híbridos) a menudo presenta ventajas ya que resuelven el problema de la intermitencia en el suministro de energía, lo que

⁵ Fuentes Renovables de Energía

se debe a que la energía proviene de dos fuentes diferentes; como consecuencia de esto se reduce la capacidad de los bancos de baterías, así como los costos del sistema. Sin embargo, la selección correcta del porcentaje de participación de cada una de las fuentes es un problema complejo, el diseño de sistemas híbridos basados en FRE depende de varias variables, lo que lo convierte en un problema multifactorial, implicando variables con un fuerte nivel de aleatoriedad que afectan sensiblemente el diseño de los mismos, tales como la demanda eléctrica del lugar y las variables de tipo meteorológico como la radiación solar y la velocidad de viento.

2.1.4 Iluminación eléctrica a través de la energía solar

La demanda energética de la población mundial ha crecido de manera considerable a través del último siglo, en 2005 hubo una demanda energética de 15 TWh (TeraWattthora; 1 TW = 1,000,000,000,000 W) de los cuales el 86.5% provenía de combustibles fósiles (Patel, 2006).

La demanda de energía eléctrica en Colombia en 2012 alcanzó los 59.370 GWh, registrándose un crecimiento del 3,8% con relación al año 2011, convirtiéndose, así, en el mayor crecimiento de demanda en los últimos cinco años. Por el tipo de día, la demanda de los domingos y festivos fue la que presentó un mayor crecimiento (4,3%), seguido por los días sábados (3,9%) y los días ordinarios (3,6%). El crecimiento de 3,8% en la demanda 2011-2012 fue, entre otras razones, producto del incremento en un 6,8% de la demanda no regulada (industria y comercio) y de un 2,3% de la demanda regulada (consumo residencial y pequeños negocios) (MinMinas 2012-2013). La Ilustración 4 muestra la capacidad instalada y demanda de potencia mostrando una tendencia ascendente.

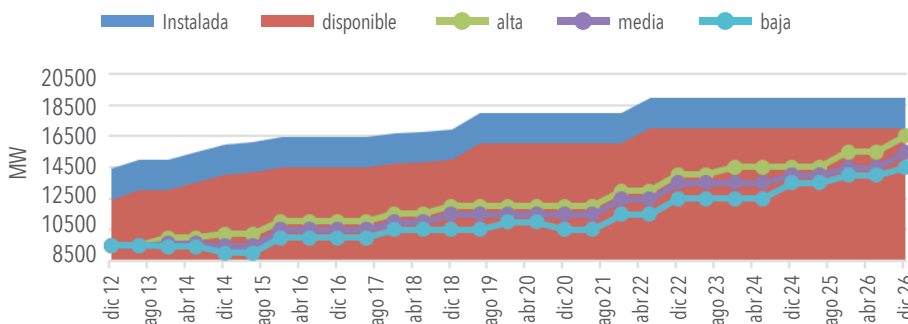


Ilustración 4. Capacidad de energía vs demanda de potencia proyectada.

Fuente: (MinMinas 2012-2013)

En este contexto es importante mencionar que el petróleo, gas y carbón son los combustibles más recurridos por su bajo costo. Sin embargo, el impacto ambiental de estas fuentes de energía, sumado al crecimiento de la población en el planeta y su demanda energética, ha traído consigo nocivos efectos al medio ambiente. Por ello, el mercado de las energías renovables ha crecido de manera considerable en las últimas décadas, promoviendo una forma de generar energía sin dañar al medioambiente y creando conciencia de la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía.

2.1.5 Metodología QFD⁶

Inicialmente la función de despliegue de la calidad surgió como herramienta para el diseño y desarrollo de productos, su aplicación ha trascendido al marco de los problemas multicriterio. Adicionalmente, esta herramienta ha sido combinada exitosamente con elementos de la lógica difusa, con lo cual se han obtenido resultados que involucran la subjetividad y ambigüedad presente en los juicios lingüísticos de los encargados de tomar las decisiones de manera que se logren resultados más cercanos a la realidad.

Esta metodología fue presentada por primera vez en 1966 en Japón y su primera aplicación formal fue desarrollada en 1972 (Sangüesa M, Mateo R y Ilzarbe L, 2006). Aunque inicialmente fue concebida como herramienta para el diseño y desarrollo de productos, la función de despliegue de la calidad ha trascendido estas aplicaciones y hoy por hoy puede considerarse como una importante herramienta en el ámbito de los problemas de decisión multicriterio.

Según (Chan L-K, Wu M-L, 2002) se pueden mencionar los siguientes campos de aplicación del QFD, desarrollo de productos, administración de la calidad, análisis de las necesidades del cliente, diseño de productos, planificación del producto y del proceso, planificación general, planificación estratégica, planificación de procesos de negocios, de calidad de servicios, ingeniería concurrente, ingeniería de calidad e ingeniería simultánea, toma de decisiones, administración, trabajo en equipo, programación de actividades, costeo y otros. Estudios mas detallados se han realizado que permiten ampliar la información disponible para aplicar el QFD al contexto de evaluación de proyectos (Carnevali J. A., Cauchick P. Review, 2008).

⁶ (Quality Function Deployment -QFD)

La metodología que se presenta a continuación está soportada fundamentalmente en el trabajo de Bevilaqua (Bevilacqua. M., Ciarapica F.E., Giacchetta G, 2006), sin embargo, se pueden encontrar aplicaciones de QFD difuso en (Bottani E y Rizzi A, 2006), (Amín S H, Razmi J, 2009). Para el desarrollo de la misma es necesario incluir un grupo multidisciplinario, que permita definir correctamente los objetivos del proceso que se desea trabajar y los parámetros de control que guíen el buen desarrollo del sistema, lo cual permitirá garantizar la coherencia y fiabilidad de los resultados. En la Ilustración 5 se presenta la casa de la calidad donde se ubican los pasos que son necesarios para llevar a cabo esta metodología y que fueron utilizados en cada proyecto de las diferentes comunidades.

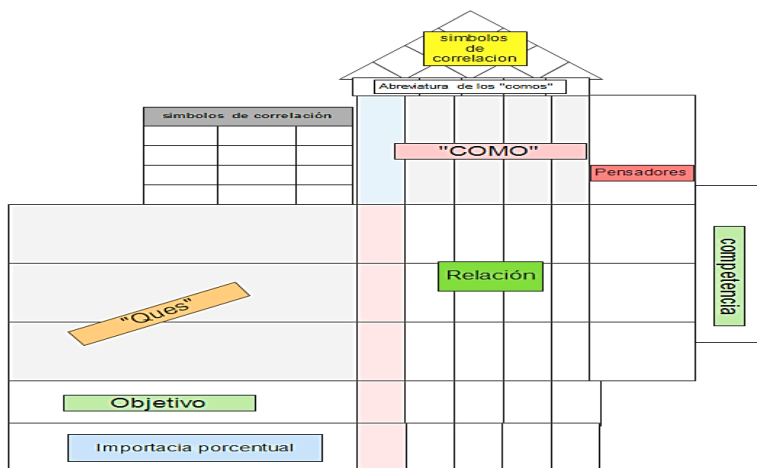


Ilustración 5. Diagrama de la metodología QFD
Fuente: Elaborada por los autores

2.1.6 Pasos para la construcción del diagrama QFD "Casa de la Calidad"

- Fijación del objetivo.

Normalmente la parte más compleja de un problema no es resolverlo sino plantearlo de la forma correcta y apropiada para el lector. Sí el problema no está bien planteado no es posible resolverlo, por tanto es necesario fijar claramente "a qué se va a aplicar la metodología QFD" mediante una definición clara y concreta, y que ésta sea entendida y compartida por los participantes, por tanto se debe llegar a una redacción concreta del objetivo.

- Establecimiento de la lista de expectativas a satisfacer, "QUÉS".

El siguiente paso consiste en definir la lista de las expectativas, es decir de los "Qués" que ha de satisfacer el producto o servicio. Para ello es conveniente establecer una sesión de tormenta de ideas en la que participen un grupo interdisciplinar, esto quiere decir, no solo que todas las áreas involucradas estén representadas sino que lo estén con igual peso en cuanto a número de personas y jerarquía.

- Asignar coeficiente de peso a los "QUÉS".

Todos los "Qués" son importante pero no todos son igualmente importantes. Para jerarquizar los "Qués" se utilizan escalas de pesos, ya sea la japonesa (1, 3, 9) u otra escala, por ejemplo de uno (1) a cinco (5). Normalmente el problema reside en que el grupo acuerde los factores de peso a asignar a cada "Qué". Para conseguir esto resulta eficaz proceder como se sigue a continuación:

- Solicitar a cada miembro del grupo que distribuya sus puntos entre todos los "Qués".
- Hallar la media de los puntos adjudicados a cada "Qué" por los distintos miembros del grupo y redondear al entero más próximo.

De esta forma se obtienen unos factores de peso, que son admitidos por el grupo, y que se han obtenido teniendo en cuenta ópticas diferentes, tanto en este punto como en otros que se estudiarán más adelante, debe evitarse caer en la tentación de acabar "jugando con números", de modo que se desvirtúe el problema a resolver, lo que llevará necesariamente a malos resultados.

- Evaluación de los productos o servicios ofertados por la competencia.

El futuro de un producto o servicio que nazca con unas características inferiores a las de sus competidores actuales es muy desventajoso, para ello se utilizan escalas y se pueden aplicar las técnicas de consenso descritas anteriormente. Una vez realizada esta valoración (que se denomina habitualmente "benchmark de necesidades"), se tiene criterio para fijar objetivos de excelencia de cumplimiento de los "Qués", tomando para ello normalmente la referencia del mejor competidor en cada "Qué".

- Establecimiento de “Cómos” con los que se pueden satisfacer los “Qués” fijados anteriormente.

De manera similar al paso 1, el grupo elabora una lista de los “Cómos” necesarios para resolver los “Qués” y de manera análoga al caso de los “Qués”, debe estructurarse esta lista.

- Análisis de los “Cómos”.

En este paso se identifica si existe alguna correlación entre los “Cómos”, lo cual permite clarificar ideas debajo de la fila de “Cómos” es conveniente incorporar un símbolo que indique la dirección del “Cómo” que resulta más favorable para el objetivo.

Además se estudia si para la satisfacción de los “Qués” es bueno que la cantidad asignada al “Cómo” aumente, disminuya o se sitúe en un valor objetivo. Esto se indica en la fila de debajo del tejado mediante flechas hacia arriba, hacia abajo o puntos.

- Establecimiento de la matriz de relaciones entre “Qués” y “Cómos”.

En este paso se trata de valorar la influencia que tienen los distintos “Qués” en la obtención de los distintos “Cómos”. Para ello se adopta una escala de correlación como la propuesta en la ilustración o también la clásica japonesa 1-3-9.

Se elige esta metodología teniendo en cuenta los siguientes beneficios ofrecidos:

- La satisfacción de las necesidades de las comunidades objetivas.
- Traducir los requerimientos de los indígenas y afrodescendiente desde un lenguaje ambiguo a los requerimientos de diseño específicos para el desarrollo del proyecto y su manufactura.
- Los requerimientos de las comunidades son medibles, alcanzables y potencialmente mejorables.
- Identifica las características críticas para la calidad (CTQs) del proyecto y su desempeño en el contexto social.
- En la alta dirección ayuda a que los directivos cambien su forma de dirigir de una orientación hacia los resultados, a un enfoque hacia los procesos que conducen a los resultados.
- En la planeación de proyectos, productos y procesos operativos, ayuda a

disminuir, e incluso a eliminar, las iteraciones de rediseño que se realizan en los métodos tradicionales ya que incorpora desde el principio los diferentes enfoques que intervienen en la definición de las características de proyecto, productos y procesos.

- Promueve una mejor comunicación y labor de equipo entre el personal que interviene en todas las etapas, desde el diseño hasta la entrega del producto o proyecto.

2.1.7 Diagrama de causa-efecto/ espina de pescado

Para la utilización de este diagrama, se utilizarán las 5P; Puesto, Personal, Procedimiento, Aprovisionamiento (Suministro), Purchaser (Clientes) y no las 5M Mano de obra, Materiales, Métodos, Máquinas, Medidas, ya que es un servicio que se quiere ofrecer a las diferentes comunidades y no un producto.

El diagrama causa - efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Se desarrolló en 1944 por el profesor Kauro Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado diagrama causa-efecto o espina de pescado, por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos (Sociedad Latinoamericana para la Calidad, 2000).

En el momento de generar el diagrama causa-efecto, normalmente se ignora si estas causas son o no responsables de los efectos. Por otra parte, un diagrama causa-efecto bien organizado sirve como herramienta para ayudar a los equipos a tener la concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido, (Zapata y Villegas, 2006).

Este diagrama se debe utilizar cuando se pueda contestar "Sí" a una o a las dos preguntas siguientes:

¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?

¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema? (SLC, 2000). (Universidad de Vigo, 2001).

Los pasos a seguir a la hora de analizar un problema mediante la técnica del diagrama causa-efecto son los siguientes:

Previamente a la reunión de análisis

- 1) Determinar el problema a analizar debe ser un problema concreto, aunque puedan intervenir diversas causas que lo expliquen.
- 2) Determinar el grupo de personas que deben intervenir en el análisis. Normalmente serán personas relacionadas con el problema directa o indirectamente, de forma que todas ellas puedan aportar ideas.
- 3) Convocar al grupo, y comunicar el problema concreto de estudio (para que previamente analicen el mismo). En la Ilustración 6 se muestra el inicio de la realización del diagrama causa-efecto.

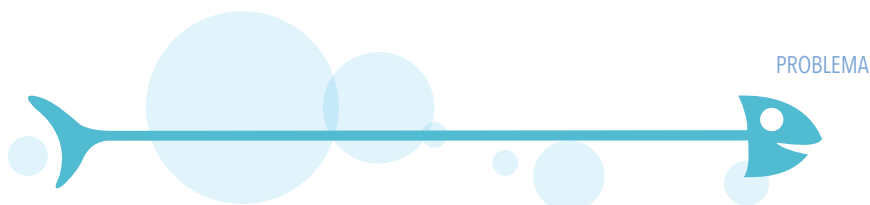


Ilustración 6. Diagrama de Ishikawa identificando el problema.
Fuente: Elaborada por los autores

En la reunión de análisis

- 1) El grupo de analistas exponen sus opiniones, de forma ordenada, sobre las posibles causas identificadas para dicho problema (en esta etapa, puede aplicarse la misma metodología de **la tormenta de ideas**
- 2) Una vez agotadas las opiniones, el coordinador del grupo dibuja el diagrama base en una pizarra suficientemente amplia para poder escribir en ella todas las causas posibles. A cada uno de estos factores se les asigna una flecha que entronca en la “espina” principal del pez, tal como se indica en la Ilustración 7.

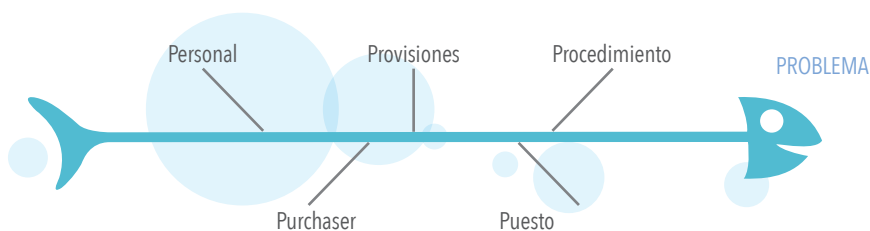


Ilustración 7. Diagrama de Ishikawa aplicando las 5P
Fuente: Elaborada por los autores

Los factores suelen estar predefinidos como las 5M o 5P.

- Puesto.
- Personal.
- Procedimiento.
- Provisionamiento (Suministro).
- Purchaser (Clientes).

3) A continuación, el coordinador en colaboración de los integrantes del grupo, asigna cada una de las causas identificadas a uno de los títulos o conjuntos de causas definidos, utilizando flechas paralelas a la “espina” central y escribiendo de nuevo la causa al lado de cada flecha.

Otra opción para obtener un mismo resultado es que cada participante, o el facilitador, escriba cada causa en una tarjeta (tipo “post-it”), de forma que esta tarjeta pueda pegarse en el factor correspondiente.

Durante el proceso, pueden aparecer causas que a su vez lo sean de otras causas. Cuando esto sucede, pueden añadirse flechas que entronquen estas “subcausas” con las correspondientes causas principales, y así sucesivamente.

De esta forma, se ramifica de manera proporcional a la capacidad del grupo en encontrar causas para el problema planteado, como se muestra en la Ilustración 8. En esta ramificación se tienen en cuenta las posibles causas involucradas en el problema según los factores predeterminados, en este caso 5P.

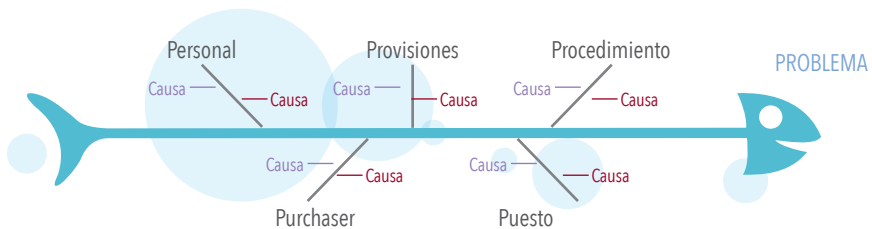


Ilustración 8. Diagrama de Ishikawa identificando las causas del problema.
Fuente: Elaborada por los autores

Y de esta manera es posible el análisis causa efecto del problema detectado, teniendo en cuenta las opiniones de los diferentes participantes en el proceso.

2.1.8 Enfoque de marco lógico (EML)

La Metodología tal como la presenta la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) es un procedimiento de planificación por pasos sucesivos y comprende las siguientes etapas: análisis de problemas, análisis de involucrados, análisis de objetivos y análisis de alternativas. Luego de realizados estos pasos se concluye en la Matriz de Marco Lógico, siendo ésta última una tabla de cuatro columnas y cuatro filas. (Agencia Alemana de cooperación técnica para el desarrollo; 2014). La GTZ denomina a este proceso ZOPP (ZielOrientierte ProjektPlanung) - Planificación de Proyectos Orientada a Objetivos, la cual se muestra en la Ilustración 9.



Ilustración 9. Enfoque de marco lógico.
Fuente: Elaborada por los autores

2.1.8.1 Árbol de problemas-Análisis de problemas

Para diseñar cualquier proyecto que pueda atender una situación que obstaculiza el desarrollo, es conveniente realizar el análisis de problemas, cuyo propósito es identificar las principales dificultades de dicha situación y establecer las relaciones de causalidad entre ellas, para atenderlas en el diseño del proyecto. Para esto es pertinente tener en cuenta los siguientes pasos.

- El primer paso de un proyecto es identificar, seleccionar y desarrollar una definición clara del problema.
- Los problemas se hacen evidentes por ser expresiones o manifestaciones externas que afectan a la comunidad.
- Un problema se refiere a una situación que denota inconveniencia, insatisfacción o un hecho negativo.
- Se puede reflejar en la carencia de algo bueno o por la existencia de algo malo.

En relación al EML enfoque de marco lógico se realiza el llamado **árbol de problemas** (ADP) es un diagrama de flujo que presenta una visión general e integrada de los principales problemas de la situación en cuestión, con relaciones de causa y efecto establecidas entre ellos. Para desarrollarlo, se identifica un solo problema central, el cual es el que generalmente presenta más causas y efectos inmediatos, como se muestra en la Ilustración 10 Seguidamente debajo del problema se muestran sus causas inmediatas; arriba de él se encuentran sus efectos inmediatos, a los que se les llaman, respectivamente, causas y efectos primarios, hacia abajo del problema central, cada causa primaria se considera como un efecto resultante de una o varias causas (a las que se les llama causas secundarias). Similarmente, se pueden determinar las causas terciarias de cada causa secundaria y así sucesivamente. Sí se analiza hacia arriba del problema central, cada efecto primario es causa de uno o varios efectos a los que se les llama secundarios, los cuales a su vez, son causas de efectos terciarios y así sucesivamente, hasta donde interese analizar.

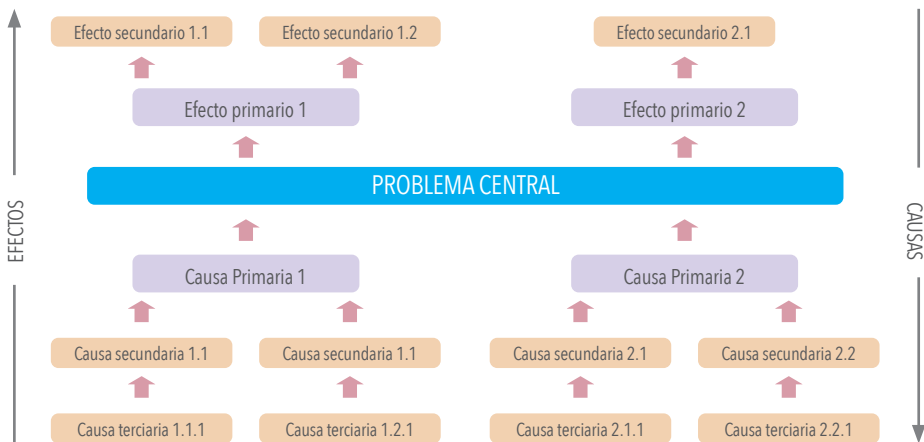


Ilustración 10. Árbol de problemas (ADP).
Fuente Elaborada por los autores

2.1.8.2 Árbol de objetivos-Análisis de los objetivos

Para realizar el diseño de proyectos que contribuyan en atender el problema (oportunidad) central planteado en el árbol de problemas, se construye el árbol de objetivos. Es conveniente empezar de arriba hacia abajo, cambiando los problemas por soluciones, es decir, se escriben los problemas en positivo. En el nuevo árbol se describen soluciones relacionadas entre sí, ya no como causa y efecto, sino como

medio y fin. Más precisamente, cuando existe una relación de causalidad entre dos soluciones, una aparece como fin y la otra como un medio para lograr dicho fin. Para esto es pertinente tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Formular todas las condiciones negativas del árbol de problemas en forma de condiciones positivas que son: deseables y realizables en la práctica.
- Examinar las relaciones “medios - fines” establecidas para garantizar la lógica e integridad del esquema.
- Si fuera necesario hay que modificar las frases existentes, añadir frases nuevas en el contexto de las relaciones “medios - fines”, eliminar objetivos que no sean efectivos o necesarios.

Al construir el árbol de objetivos como se muestra en la Ilustración 11, se cambian los problemas por soluciones, asegurándose que todas las relaciones de causalidad establecidas sean entre un fin y un medio y las cuales tengan sentido. Para ello, si es necesario, se puede completar el árbol eliminando soluciones no factibles o innecesarias y agregando soluciones apropiadas, para que todas las relaciones de causalidad consideradas tengan significado y el diagrama presente el cuadro completo de la situación que se analiza.

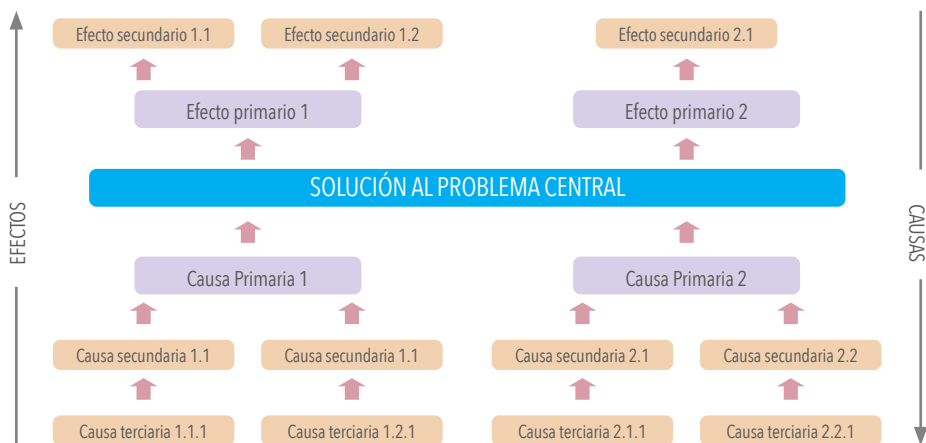


Ilustración 11. Árbol de objetivos (ADO).
Fuente Elaborada por los autores

2.1.8.3 Análisis de participantes

Este análisis, llamado en inglés *stakeholders analysis*, consiste en identificar a todos los individuos, grupos y organizaciones que afectan o son afectados por los problemas u oportunidades de la situación considerada y a quienes se les nombra como participantes (*stakeholders*). Dicho análisis es plasmado en una matriz de relación con los involucrados como se muestra en la Tabla 6, en los que se destacan:

- a) El grupo meta o beneficiarios directos al que se dirigen las soluciones potenciales propuestas (Líderes indígenas, mujeres, niños etc.)
- b) Grupos o instituciones que probablemente apoyen las soluciones propuestas (gobierno, universidades, entidades financiadoras etc.)
- c) Otros grupos afectados (negativa o positivamente). Para esto es pertinente tener en cuenta lo siguiente:
 - Registrar los grupos, personas e instituciones importantes relacionadas con el problema o los que se encuentran en su ámbito de influencia.
 - Formar categorías de los mismos: afectados beneficiarios, cooperantes, oponentes, afectados perjudicados.
 - Caracterizarlos y analizarlos. Se deben identificar las características del grupo, necesidades, aspiraciones, intereses reales y latentes, actitudes positivas, neutrales o negativas frente al cambio (opiniones, prejuicios, tabúes), fortalezas y debilidades, conocimientos, habilidades, comportamiento, compromiso, poder e influencia del grupo, etc.
 - Identificar las consecuencias para el desenvolvimiento del Proyecto.

PARTICIPANTES	INTERESES	APORTES	LIMITANTES
Beneficiarios directos			
Grupos que apoyan el proyecto			
Otros grupos afectados			

Tabla 6. Matriz de análisis de grupos afectados.
Fuente Elaborada por los autores

2.1.8.4 Análisis de alternativas

Partiendo del árbol de objetivos (ADO) se consideran diferentes opciones para contribuir a resolver (aprovechar) el problema (la oportunidad) central.

En particular, se identifican varias alternativas que consisten en conjuntos articulados de medios y fines que se llevarían a cabo para contribuir a resolver dicho problema -o aprovechar tal oportunidad- y lograr un impacto adicional. Para esto es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Identificar los objetivos que no son deseables o realizables y excluirlos.
- Identificar diferentes etapas de “medios - fines” como posibles estrategias alternativas para el proyecto o componentes del mismo.
- Estimar qué alternativa presenta, según su opinión, una estrategia óptima para el proyecto, utilizando criterios recursos a disposición (capacidad instalada), probabilidad de alcanzar los objetivos, factibilidad política, relación costo / beneficio, riesgos sociales y sostenibilidad.

Con todo lo anterior se puede acceder a realizar la Matriz de Marco Lógico (MML).

2.1.8.5 Relación entre el enfoque de marco lógico y la matriz de marco lógico

Los análisis desarrollados bajo el EML de problemas, de objetivos, de participantes y de alternativas, contienen información decisiva para diseñar un proyecto.

Adicionalmente, la matriz de marco lógico (MML) que se muestra en la Tabla 7 también conocida como matriz de planificación, resume su diseño del mismo.

Para la realización de la MML por lo general, se realizan cuatro columnas por cuatro o cinco renglones. En la primera columna, se muestra la descripción del proyecto, se narran sus principales elementos de arriba hacia abajo: objetivo general, objetivo específico, resultados, actividades y, en ocasiones, los recursos. Cada elemento define un renglón de la matriz. Asimismo, se asume que entre ellos existe la relación de causalidad descrita. En la segunda columna, se encuentran los indicadores de desempeño o verificación y se describen los indicadores que miden el grado en el que se logra cada uno de los principales elementos del proyecto (objetivo general, objetivo específico, resultados y actividades). Los indicadores son específicos para cada elemento.

En la tercera columna de la MML se presentan los medios de verificación de los indicadores, que consisten en las fuentes de información o mecanismos que serán empleados para recoger datos y para elaborar o reportar cada indicador en el correspondiente renglón de la matriz.

Finalmente, en la cuarta columna de la matriz se describen los supuestos, los cuales son factores externos asociados con los elementos principales del proyecto y que se requieren para que se cumpla o contribuya con los elementos principales del proyecto del nivel inmediato superior.

Resumen Narrativo de Objetivos	Enunciado	Indicadores Objetivos Verificación	Medios de Verificación	Supuestos
FIN				
PROPÓSITO				
COMPONENTES				
ACTIVIDADES				

Tabla 7. Matriz de Marco Lógico.
Fuente Elaborada por los autores

2.2 Marco conceptual

Proyecto. Se define como el propósito o intención de iniciar una actividad o conjunto de actividades, cuyo objetivo es resolver problemas y generar beneficios para la comunidad. Todo proyecto busca mejorar una situación, solucionar una necesidad sentida o un problema existente (Ley 143 de 1994).

Indígenas. El término de “indígena” describe una amplia variedad de grupos sociales de personas aborígenas, tribus, minorías de etnias, grupos tribales. Estos grupos están generalmente caracterizados por tener una identidad social y cultural que marca diferencias ante la sociedad dominante (Acebedo Ibañez, 1996).

Economía del medio. Ciencia económica que incluye parámetros ecológicos (Amartya Sen, 1998).

Población. Conjunto de individuos perteneciente a una misma especie, que coexisten en un área en la que se dan condiciones que satisfacen sus necesidades de vida.

Necesidades básicas. Es la sensación de carencia de algo unida al deseo de satisfacerla.

Cultura. Es el conjunto de valores, costumbres, creencias y prácticas que constituyen la forma de vida de un grupo específico (Terry Eagleton, 2001).

Arraigo. Es un valor que posee tres partes constitutivas interdependientes, cada una de ellas repercute en las restantes: una espacial, una social y una cultural. El arraigo espacial hace que el hombre desee establecerse, afincarse localmente en un espacio que lo conforma en su uniformidad (Acebedo Ibañez; Enrique, 1996).

Resguardos. Se conoce como **resguardo** a la custodia o preservación que se hace de algo. La idea de **información**, por su parte, se refiere a los **conocimientos** que existen sobre un tema o que dispone una persona.

Energía eólica. La energía eólica tiene su origen en el viento, es decir, en el aire en movimiento. El viento se puede definir como una corriente de aire resultante de las diferencias de presión en la atmósfera provocadas, en la mayoría de los casos, por variaciones de temperatura, debidas a las diferencias de la radiación solar en los distintos puntos de la Tierra (AMT SOLAR 2002).

Energía solar. Es aquella que se obtiene al captar el calor y la luz que emite el Sol. Gracias a sus características, la energía solar es limpia (no contamina) y renovable (utilización de recursos inagotables) (Grupo Nap, 2002).

Energía Solar Térmica. La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía proveniente del Sol para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire. La tecnología actual permite también calentar agua con el calor solar hasta producir vapor y posteriormente obtener energía eléctrica (Caja Madrid ,2006).

Tecnologías apropiadas. Concepto de tecnología apropiada, llamada también tecnología alternativa, intermedia o rural, se refiere a aquella tecnología de pequeña escala, descentralizada, basada en recursos locales, de operatividad y mantenimiento sencillo, que utiliza fuentes naturales de energía, que no contamina o no provoca impactos negativos en el ambiente, y que toma en cuenta el contexto del usuario y sus conocimientos, así como elementos sociales y económicos además de los estrictamente técnicos. En el contexto de la vida campesina, este tipo de tecnología se presenta

como aquella que permita potenciar las capacidades productivas así como un mayor grado de bienestar y autonomía (Díaz y Masera, 1998, Aguilar, 1994).

Desarrollo Sostenible. Se entiende como el desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades, por lo menos en las mismas condiciones de las actuales.⁷

Energías renovables. Se incluyen las fuentes y tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar, energía eólica, energía hidráulica, minihidráulica, maremotriz, energía proveniente de la biomasa (incluyendo biocombustibles) y la energía geotérmica.⁸

Foto conversión. La absorción de fotones asociados a los componentes ultravioletas, visibles e infrarrojo cercano a la luz solar, da lugar a excitación de electrones del material absorbente a niveles energéticos superiores, promoviendo cambios físicos o químicos, en lugar de provocar una simple disipación de calor (Hernández, 2010).

En la Tabla 8 e Ilustración 12 se muestran las ventajas competitivas en energías renovables en territorios rurales y la relación que poseen las comunidades con las FNCE realizando un análisis general de los componentes socioeconómico y ambiental, integrado a un conjunto de factores endógenos del territorio rural para la adquisición de capacidades y la creación de condiciones de competitividad.

7 Ley 1715 13 mayo de 2014 art 5°

8 Conferencia Internacional de Energías Renovables. Bonn, Alemania, en junio de 2004. Disponible en línea: http://www.renewables2004.de/pdf/conference_report.pdf.

CONDICIONES	COMPONENTES DE LA COMPETITIVIDAD RURAL		
	Competitividad social	Competitividad económica	Competitividad ambiental
Adquisición de capacidades	Capacidad de los agentes para actuar de manera conjunta y concertada.	Capacidad de los agentes para producir y mantener el máximo de valor agregado.	Capacidad de los agentes para valorizar su entorno, así como la conservación y la renovación de los recursos naturales y patrimoniales.
Ventaja Competitiva potencial en energías renovables	Mejoramiento de las condiciones de vida de los territorios rurales a través del acceso a la energía y la creación de espacios y estilos de vida más saludables en estos territorios.	Electrificación rural, plantas desoladoras, paneles solares, energía eólica y otras fuentes renovables de energía, inciden sobre el mejoramiento de la infraestructura y los servicios de apoyo a la economía rural.	Impacto positivo en las economías y el desarrollo de los territorios rurales, en simultaneidad con la mitigación al cambio climático, sin comprometer el acceso a los alimentos ni la plataforma de recursos naturales. ⁹

Tabla 8. Matriz de la adquisición de capacidades y el desarrollo de ventajas competitivas en energías renovables en territorios rurales.

Fuente: Elaborada por los autores

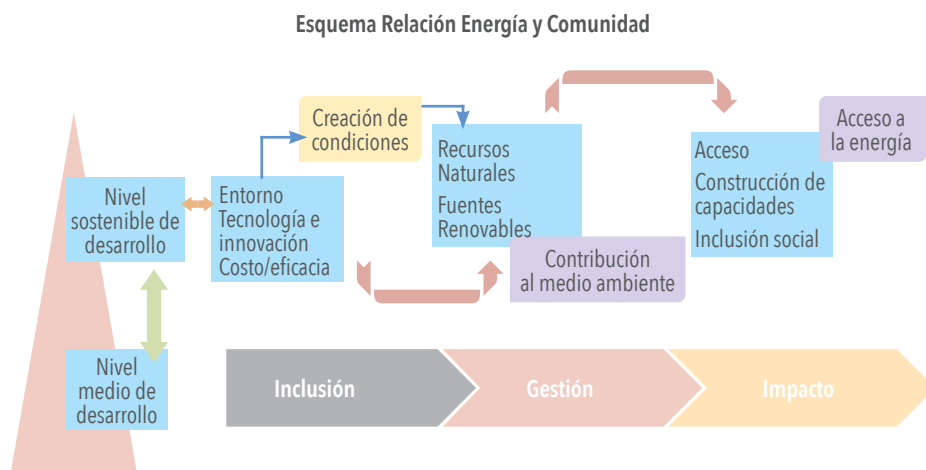


Ilustración 12. Esquema relación energía y comunidad.

Fuente: Elaborada por los autores

⁹ Se entiende por plataforma de recursos naturales al conjunto conformado por los elementos de la biodiversidad, agua (contenida esta superficial o subterráneamente, en cualquiera de sus formas, como cuencas hidrográficas, lagos, ríos, mares, reservorios y glaciares), bosques, suelos y aire.

2.3 Marco legal

En la matriz que se presenta en la Tabla 9, se definen los estándares y leyes relacionados con la energía y proyectos de la misma (UPME)¹⁰.

NORMA /LEY	EMISOR	DESCRIPCIÓN	EXIGENCIA
Ley 51 de 1989	MME	Por el cual se determinan funciones de planeación energética	Efectuar, contratar o promover la realización de estudios para establecer la conveniencia económica y social del desarrollo de fuentes y usos energéticos no convencionales y adoptar la política respectiva.
Ley 143 de 1994	Gobierno nacional	Establecimiento en el régimen de las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad.	Abastecer la demanda de electricidad bajo criterios económicos y de viabilidad financiera, asegurando su cubrimiento en un marco de uso racional y eficiente de los diferentes recursos energéticos del país.
Ley 1151 de 2007	Gobierno nacional	Infraestructura para el Desarrollo	Se promoverán proyectos piloto de generación de energía eléctrica que estén soportados en la implementación de tecnologías que utilicen fuentes de energía alternativa del país.
Ley 697 de 2001	Gobierno nacional	Inclusión al Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE.	Presentar planes programas y proyectos para la investigación y desarrollo tecnológico de fuentes renovables en las ZNI ¹¹ los cuales también serán prioritarios.
Ley 1450 del 16 de junio 2011	MME	Determinar acción e implementación de la ley.	El gobierno nacional diseñará e implementará una política nacional encargada de fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación en las energías solar, eólica, geotérmica, mareomotriz, hidráulica, undimotriz y demás alternativas ambientalmente sostenibles, así como una política nacional orientada a valorar el impacto del carbono en los diferentes sectores y a establecer estímulos y alternativas para reducir su huella en nuestro país.
Ley 812 de 2003	MME	Se busca por la financiación de proyectos elegibles de normalización de redes eléctricas.	Consistentes en la instalación o adecuación de las redes de distribución de energía eléctrica y el acceso a la vivienda del usuario, incluyendo el contador o sistema de medición del consumo.
Ley 1117 de 2006	MME	Con el cual se busca por la financiación de proyectos elegibles de normalización de redes eléctricas.	El término para la ejecución del programa de normalización de redes eléctricas será igual a la vigencia definida para el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de Zonas Rurales Interconectadas – FAER.
Ley 788 de 2002	MME		Su objeto es la financiación de los proyectos de electrificación rural que tengan asociado líneas de interconexión de media tensión y subestaciones de distribución, que permitan incrementar la confiabilidad, calidad y la ampliación de cobertura de las zonas interconectadas en las zonas de difícil gestión y zonas rurales de menor desarrollo.

¹⁰ Unidad de Planeación Mino-Energetica.

¹¹ Zonas no interconectadas.

Ley 1715, 13 mayo 2014	Congreso de Colombia	Promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía.	Es establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquella de carácter renovable lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética de la demanda, en el marco de la política energética nacional.
---------------------------------	----------------------------	--	---

Tabla 9. Estándares y normativa energética
Fuente: UPME¹²

CAPÍTULO 3

BANCO DE PROYECTOS PRIORITARIOS

En este capítulo se presentan los proyectos prioritarios de cada comunidad, donde se especifican los aspectos necesarios para la generación de cada uno de éstos.

3.1 Proyecto prioritario 1: Generación de iluminación mediante aprovechamiento de energía solar en el municipio de Guacochito en el departamento del Cesar.

3.1.1 Propósito del proyecto

El propósito del presente proyecto es evaluar y aprovechar, para fines de iluminación, el potencial de energía solar en el municipio de Guacochito ubicado en el Departamento del Cesar, población con dificultades socioeconómicas y ausencia de servicios energéticos. Esta comunidad goza con una ubicación geográfica privilegiada, la cual dispone de una radiación solar global promedio anual de 890 W/m^2 y 1000 W/m^2 (M. Vanegas, E. Villicaña, L. Arrieta, 2015) por lo que convierte este tipo de proyectos en prioridad para la región Caribe colombiana.

3.1.2 Introducción

En la matriz energética mundial, la energía solar aporta un $0,2\%$ ¹³ del total de la energía renovable aprovechada, lo cual posiciona a este recurso energético como uno de los más potenciales y promisorios. Adicionalmente, este tipo de energía se aprovecha para generar electricidad en más de 100 países y ha sido la tecnología de generación más dinámica en los últimos años. Entre 2001 y 2011, la capacidad fotovoltaica creció a una tasa anual promedio de 44%. Se estima que se instaló una capacidad de 17 GW conectada a la red durante 2010, totalizando de esta manera 40 GW.¹⁴

Países como Alemania, Brasil, Dinamarca, España, Canadá, Reino Unido, República Checa, han desarrollado tecnologías que han permitido utilizar diversas fuentes

13 <http://www.eluniverso.com/2012/01/08/1/1430/energia-renovable-cubre-129-demanda-mundial.html>

14 Renewables 2010 Global Status Report, REN21, 2010.

renovables, fundamentalmente para la generación de energía eléctrica y, aunque su participación en la producción mundial aún es pequeña, estas energías representan una opción para el suministro eléctrico mundial. El análisis de las experiencias internacionales¹⁵ muestra que las energías renovables son un tema prioritario en las agendas energéticas, tanto en los países industrializados como en las economías en desarrollo, gracias a sus efectos positivos en las esferas ambiental, económica y social. En la Ilustración 11 se muestra una gráfica de la capacidad instalada de energía fotovoltaica a nivel mundial.

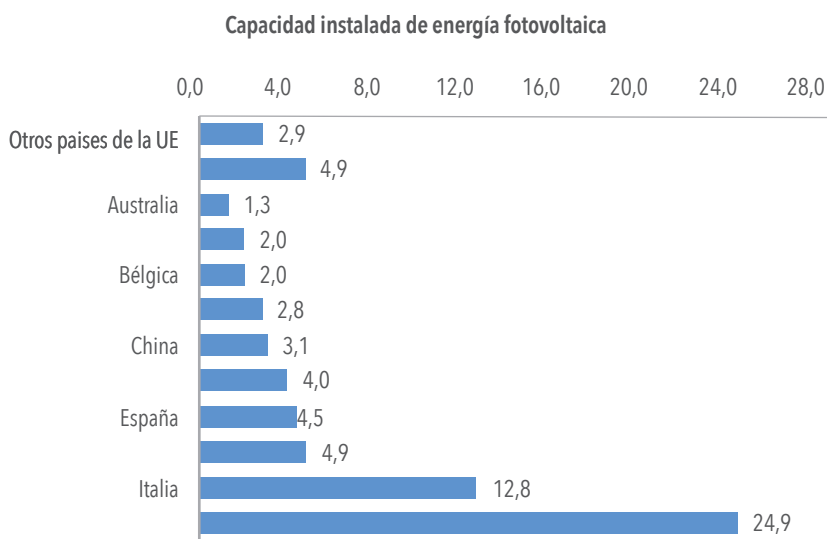


Ilustración 13. Capacidad instalada de energía fotovoltaica. Principales países, 2011.
Fuente: Renewables 2012 Global Status Report, REN21, 2012.

El consumo de energía para usos térmicos representó 44% del consumo de energía final mundial en 2010 y la proveniente de fuentes de energía renovables se estimó en 27% o 46,710 PJ (1,116 Mtppe) en 2010¹⁶ ¹⁷.

Este proyecto se presenta como una alternativa de solución a una de las necesidades básicas de la comunidad, en el cual se propone la instalación de equipos de suministro energético con celdas Fotovoltaicas solares, teniendo

¹⁵ World Energy Outlook 2011, IEA, 2011

¹⁶ World Energy Balances 2012, IEA, 2010.

¹⁷ La información estadística consolidada de consumo de energía primaria mundial para aplicaciones térmicas por parte de la IEA encuentra disponible hasta el año 2010.

en cuenta factores técnico-económicos y logrando dimensionar junto con todo el equipo logístico el alcance del mismo. Lo que se pretende es el incremento del uso de los recursos naturales, no solo en áreas específicas, sino en todo el territorio del país a través del desarrollo de los métodos de sistemas de generación de energía limpia, aprovechando los altos niveles de irradiación solar disponibles.

El lector también podrá observar un importante análisis general de la problemática en la comunidad, demostrando que este tipo de propuestas son llamativas para inversionistas locales y extranjeros que tengan una visión futura y apunten a nuevas alternativas de generación de energía resaltando que la generación de energía solar cuesta menos que la energía convencional en muchos mercados. Dentro de este trabajo se evalúa la situación actual de Guacochito - Cesar donde se evidencian un sinnúmero de dificultades sobre la población, en su gran mayoría pertenecientes a la población afrodescendiente.

3.1.3 Alcance

El desarrollo del proyecto beneficiará 750 familias de la población afrodescendiente en Guacochito - Cesar, lo que permite mejorar sus condiciones de vida por medio de la generación de electricidad a través de un medio alternativo como lo es la energía solar, incentivando el desarrollo cultural con el acceso a nuevas tecnologías y promoviendo el desarrollo económico con la posibilidad de generar microempresas y alternativas turísticas.

Para este caso se analizarán las principales problemáticas de la comunidad de Guacochito - Cesar, lo cual permite definir un campo de acción que impacte positivamente a la comunidad, respetando sus costumbres y sin sobrepasar los límites culturales. Una vez dimensionadas las necesidades de la comunidad en donde se puede dar un mayor impacto, se realizará el estudio técnico para definir la solución de tecnología apropiada y el diseño del proceso de implementación, operación y mantenimiento.

3.1.4 Objetivos

Objetivo General.

Elaborar una propuesta para la implementación de un sistema fotovoltaico tipo isla para la generación de la energía eléctrica e iluminación para la comunidad del municipio de Guacochito en el Departamento del Cesar.

Objetivos Específicos

- Analizar las características ambientales, sociales y geográficas de la comunidad afrodescendiente ubicada en Guacochito - Cesar con respecto a la capacidad de implementación de un sistema de generación fotovoltaico.
- Obtener un estudio de eficiencia energética que permita determinar el alcance y cobertura del sistema fotovoltaico en el sistema de iluminación.
- Lograr un análisis técnico, ambiental y social con relación a la introducción del sistema fotovoltaico y su impacto en la comunidad (presente y futuro).

3.1.5 Hipótesis

¿Es factible, instalar en la comunidad de Guacochito - Cesar, generadores de energía eléctrica, con paneles solares fotovoltaicos, para suplir parte de la demanda de Energía Eléctrica utilizada para iluminación?.

3.1.6 Marco referencial

Marco legal

Decretos y resoluciones de la Ley 697 de 2001

La Ley 1117 de 2006. Estableció que el término para la ejecución del programa de normalización de redes eléctricas será igual a la vigencia definida para el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de Zonas Rurales Interconectadas - FAER. Este programa se ha venido financiado hasta con un 20% del recaudo de los recursos del FAER.

Decreto 2501 de 2007 (UPME, 2010) Se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica - faculta al MME y de Comercio para expedir el reglamento técnico de diferentes equipos y elementos de energía (ej. transformadores, calentadores de agua, iluminación, etc.), obligación para vivienda de interés social en cumplir con reglamento.

La Resolución 186 de 2012. Fue expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Minas y Energía, con el propósito de definir

las condiciones de acceso a los beneficios tributarios para equipos, elementos y maquinaria destinados al desarrollo de planes y programas nacionales de producción más limpia, ahorro y eficiencia energética y uso de las FNCE.

El Programa de Normalización de Redes Eléctricas - PRONE. Fue creado por el Artículo 63 de la Ley 812 de 2003 y reglamentado por el Decreto 1123 de 2008, con el cual se busca por la financiación de proyectos elegibles de normalización de redes eléctricas, consistentes en la instalación o adecuación de las redes de distribución de energía eléctrica y el acceso a la vivienda del usuario, incluyendo el contador o sistema de medición del consumo.

3.1.7 Descripción física del territorio. (Zona de estudio)

El Corregimiento de Guacochito está ubicado en la zona nororiental del municipio de Valledupar, departamento del Cesar, con latitud de 10.5333 y longitud -73.15, como se muestra en la Ilustración 14, distante a 17 Kilómetros, de los cuales 14 se encuentran pavimentados y 3 en carretera abierta destapada, a escasos 20 minutos aproximadamente de la capital en vehículos y/o motos.

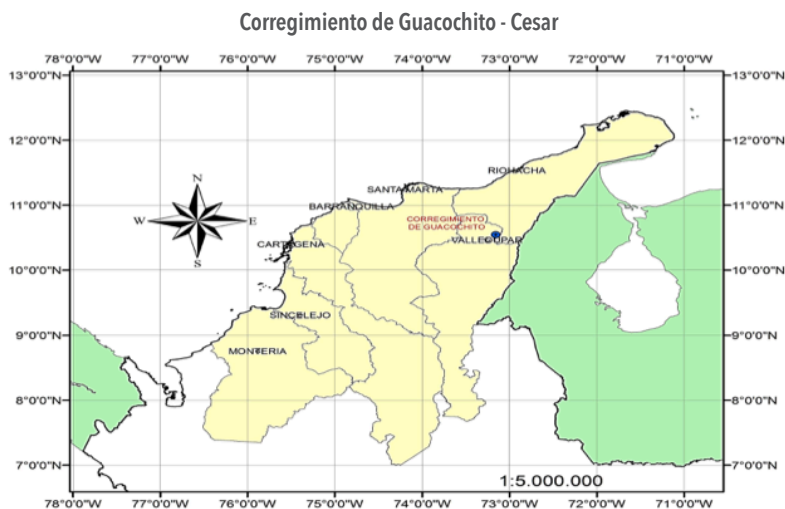


Ilustración 14. Ubicación Geográfica del corregimiento de Guacochito, Cesar.

Fuente: Elaborada por los autores

Esta es una comunidad negra de ascendencia africana, con interacción en la zona oriental con el Departamento de La Guajira (Río Cesar en medio), al norte con el corregimiento del Alto de la Vuelta, al sur con el corregimiento de Guacoche y al

occidente con el Corregimiento de Las Raíces (Río Seco en medio).

Guacochito presenta una temperatura promedio cálida, con condiciones típicas del trópico caliente, con vegetación de tunas, cardón (cactus), trupillo entre otros y rica en amabilidad como una cualidad sin igual de las personas habitantes.

3.1.8 Plan de desarrollo del departamento del Cesar (nivel energético)¹⁸

De acuerdo con el Plan de desarrollo “**Prosperidad para Todos**”, del Presidente Juan Manuel Santos, donde destaca el enfoque de la política de ciencia, tecnología e innovación en el sentido de que “el desarrollo productivo reconoce la innovación como un resultado de la incorporación de conocimiento a la actividad productiva y su correspondiente aceptación por parte del mercado. El paso de actividades de bajo valor agregado a otras de alto valor agregado y sofisticación, requerirá concentrar esfuerzos en las áreas estratégicas que el país priorizó a través de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (DNP¹⁹, 2009)”.

Al tiempo, señala como áreas estratégicas: biotecnología, energía y recursos naturales, tecnologías de información y comunicaciones, materiales y electrónica, salud, diseño, creatividad y logística.

Se destaca caracterización y localización geográfica del departamento del Cesar como factor integrador del plan de desarrollo de esta población, resaltando las comunidades indígenas, como se muestra en la Tabla 10 y Tabla 11.

Población Total 2011	979.054 Habitantes
Población Urbana	73.22%
Población Rural:	26.78%
Distribución por sexo:	49.9% hombres 50.1% mujeres
Tasa de crecimiento inter censal 1993-2005:	1.34%
Tasa de crecimiento inter censal 1993-2005 país:	1.30%
División político administrativa:	25 municipios
Extensión:	22.925km ²
Densidad:	42.7 Habitantes/km ²
Densidad país:	40.3 Habitantes/km ²
Índice de ruralidad (Estudio PNUD):	45.621 %
Índice de Ruralidad país:	31,6%

Tabla 10. Caracterización del Departamento del Cesar.
Fuente: PNUD y DANE 2011

¹⁸ República de Colombia asamblea departamental del cesar página 113 de 155

¹⁹ Departamento Nacional de Planeación 2009.

Etnias	Población Total (Habitantes)
Ette Ennaka	350
Yukpas	8.000
Wiwa	5.500
Kogui	4.500
Kankuamo	14.000
Arhuaco	24.000
Pueblo Barí	150
Indígenas provenientes de otros lugares del país	400
TOTAL	56.900

Tabla 11. Tabulación de indígenas en el departamento de Cesar.
Fuente: DANE "La población étnica y el Censo General 2005"

3.1.8.1 Parte estratégica

Desarrollo de la estrategia

El Plan de Desarrollo "Prosperidad a Salvo" propone, para su ejecución, un enfoque poblacional, priorizando a los cesarienses que se encuentran en la franja de población más pobre o en extrema pobreza; en el que se establecen dentro del marco de la formulación, intervenciones con enfoque diferencial de género, edad, etnias, discapacidad; promoviendo la igualdad, la participación y el respeto a los derechos de las personas, según las necesidades específicas, y siendo equitativos al momento de la generación de oportunidades.

Contempla la protección de la diversidad étnica y cultural, y reconoce las vulnerabilidades y necesidades de cada grupo, particularmente de las mujeres, niñez, infancia, adolescencia y juventud, adulto mayor, discapacitados y de las minorías étnicas, lo cual facilita el acceso de todos a la oferta del Estado. El desarrollo del departamento se enmarca en el avance de cada rincón de su territorio, identificando las brechas urbano - rural y subregionales, y garantizando la calidad de vida y el bienestar, sujetos a la caracterización y respondiendo a las necesidades. Por medio de esta caracterización se orienta el desarrollo de las subregiones del Cesar, planificando las estrategias socio-económicas según su potencialidad y vocación; así mismo, con las estrategias de desarrollo vial, derecho a vivienda digna y servicios públicos domiciliarios, se propone la distribución equitativa de oportunidades y beneficios.

Planteamiento estratégico

Con base en el análisis territorial y poblacional, y considerando los potenciales del contexto con las orientaciones estratégicas que requieren diferentes niveles del departamento, el Plan de Desarrollo “Prosperidad a Salvo”, realiza una apuesta fundamental para aspectos, tales como los que se presentan en la Ilustración 15.



Ilustración 15. Planteamiento estratégico Prosperidad a Salvo.
Fuente: Plan de desarrollo del departamento de Cesar 2010

Objetivo del Plan de Desarrollo Del Cesar

El Plan de Desarrollo “Prosperidad a Salvo”, implanta el compromiso de mejorar las condiciones sociales y económicas del pueblo del Cesar, a través de la acción gubernamental que tiene la obligación ineludible de combatir la pobreza, brindar servicios públicos óptimos, ofrecer condiciones para que el sector productivo alcance adecuados niveles de productividad y competitividad, y cumpla su encargo de convertirse en motor del desarrollo empresarial.

3.1.9 Identificación del problema. EML

Para esto fue necesaria la realización de encuestas, las cuales se encuentran al respaldo de la cartilla que lleva por nombre Energía Renovable realizada por integrantes del Grupo Kaí de la Universidad de Atlántico. Esta cartilla se realizó con fines lúdico-pedagógicos que permitieron la recopilación de información, para su posterior síntesis, la cual se muestra en la Tabla 12. Otro fin tuvo como objetivo la apropiación conceptual de las Fuentes No Convencionales de Energía.

Con esta información se puede generar el siguiente análisis utilizando la Metodología del Marco Lógico (MML).

PROBLEMAS	CAUSAS	CONSECUENCIAS
Inexistencia de fluido eléctrico constante y adecuado	Desaprovechamiento de recursos energético abundantes como el sol.	Baja la calidad de vida.
	Falta de gestión del gobierno local y nacional.	Pérdida de iluminación en horas nocturnas.
	Poco interés por la región	Imposibilidad de utilizar equipos y herramientas eléctricas
Pérdida de equipos de extracción de agua	Falta de un sistema de energía eléctrica constante	Deterioro de la salud de la población
Deterioro de la Economía	Falta de energía eléctrica para el uso de equipos y utilización adecuada del agua para la agricultura y ganadería	Escasez de alimentos Muerte de animales Escasez de ingresos económicos

Tabla 12. Resumen de problemas principales, causas y consecuencias de la población de Guacochito –Cesar.
Fuente: Elaborada por los autores

3.1.9.1 Planteamiento del problema

El problema radica en que existe un bajo nivel de iluminación diaria (24 hrs), como se expresa en la Ilustración 16, a raíz del desaprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía en la población de Guacochito en el departamento del Cesar. Para el análisis general del problema se utilizó la metodología ZOPP de la GTZ (Alemania).

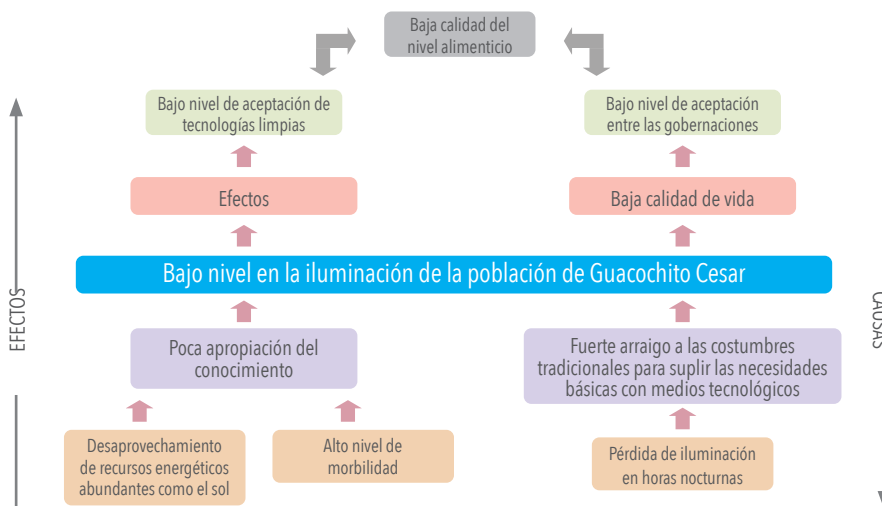


Ilustración 16. ADP de Guacochito en el departamento del Cesar.
Fuente: Elaborada por los autores

3.1.9.2 Planteamiento de los objetivos

En consecuencia se obtiene el árbol de objetivos mostrado en la Ilustración 17, donde se representa de manera positiva el problema encontrado, teniendo en cuenta las causas y los efectos que relacionan el problema central.



Ilustración 17. ADO de Guacochito en el departamento del Cesar
Fuente: Elaborada por los autores

3.1.9.3 Análisis de los participantes

En cuanto a este análisis, indicado en la Tabla 13, se evidencia la relación que existe entre cada uno de ellos y la situación tratada, permitiendo esclarecer la importancia de la comunicación entre sí.

PARTICIPANTES	INTERESES	APORTES	LIMITANTES
Comunidad de Guacochito en el departamento del César	Satisfacer las necesidades básicas con tecnologías apropiadas	Flexibilidad en el acceso y comunicación con los ejecutores del proyecto	- Aislamiento geográfico - Lenguas distintas
Investigadores	Aportar soluciones a la comunidad vulnerables basadas en el conocimiento tecnológico ambiental	Cognitivo	- Recursos financieros limitados - Tiempo disponible limitado
Gobierno	Tener una herramienta (BPP) ²⁰ que permita ejecutar los proyectos de mayor impacto	Financieros	- Burocracia - Poco personal interesado en el tema

Tabla 13. Análisis de participantes de la comunidad Guacochito en el departamento del Cesar
Fuente: Elaborada por los autores

²⁰ Banco de Proyectos Prioritarios

3.1.9.3 Análisis de las alternativas

Con este análisis se da solución al problema planteado en el árbol de problema, en consecuencia se realiza la matriz QFD explicada paulatinamente en el numeral 3.1.10.

Continuando con el EML se procede a elaborar la MML, como se muestra en la Tabla 14.

Resumen Narrativo de Objetivos	Enunciado	Indicadores Objetetivos Verificación	Medios de Verificación	Supuestos
FIN	Calidad de vida de la comunidad de Guacochito en el departamento de Cesar			
PROPÓSITO	Apropiado nivel de iluminación en la población de Guacochito en el departamento de Cesar	Iluminación actual/ Iluminación disponible	Observación y medición continúa.	
COMPONENTES	1. Adecuada apropiación del conocimiento. 2. Alto nivel de comunicación entre las gobernaciones. 3. Buen nivel de aceptación de tecnologías limpias.	1. Encuestas realizadas / Encuestas elaboradas. 2. Reuniones asistidas/ Reuniones planificadas. 3. Índice de avance de apropiación del conocimiento.	Reportes mensuales de las actividades relacionadas con el proyecto y la comunidad	Los habitantes de la comunidad acuden regularmente a las actividades que se les ofrecen en el programa
ACTIVIDADES	1. Etapa de socialización de cartillas pedagógicas de FNCE. 2. Planteamiento de propuestas de proyectos coherentes con la necesidad de la comunidad hacia entes gubernamentales. 3. Etapa de formulación de perfiles para cada proyecto. 4. Charlas semanales a la comunidad sobre tecnologías limpias y apropiadas para dar solución a la situación actual.	1. Talleres asistidos / talleres convocados. 2. Proyectos enfocados/ Proyectos generales 3. Seguimiento semanal de las actividades. 4. Charlas asistidas / Charlas convocadas	Reportes mensuales de las actividades de avance.	1. Los entes financiadores continúan apoyando con recursos el programa para su continuidad 2. Los habitantes de la comunidad acuden regularmente a las actividades que se les ofrecen en el programa

Tabla 14. Matriz de Marco Lógico.
Fuente: Elaborada por los autores

3.1.10 Aplicaciones del despliegue de la función calidad (QFD)

A continuación se muestra el desglose del proyecto utilizando la metodología QFD paso a paso como lo plantea la metodología.

1. Fijación del objetivo

¿Cómo aprovechar estratégicamente el recurso solar, para la generación de energía eléctrica en los puntos de alta radiación en municipio de Guacochito en el Departamento del Cesar?

2. Establecimiento de la lista de “Qués”

- Implementación de un sistema de generación energético fotovoltaico para uso en el sistema de alumbrado público.
- Micro-red, sistemas híbridos.
- Sistemas fotovoltaicos móviles.

3. Asignar coeficientes de peso a los “Qués”

Para la asignación del peso de los “Qués”; se aplica la ecuación (1) (J. Osorio Gómez, Fuzzy 2011).

$$\text{Peso}_{que} = \{w_i, \text{ donde } i = 1, \dots, q\}$$

$$w_i = \frac{1}{n} \otimes (w_{i1} \oplus w_{i2} \oplus \dots \oplus w_{in}), (1)$$

donde q es el número de “Qués” y n el número de miembros del equipo multidisciplinario”. A continuación se muestra en la Tabla 15 los niveles de importancia, la asignación lingüística.

NIVEL DE IMPORTANCIA	VARIABLES LINGÜÍSTICAS	NÚMERO DIFUSO TRIANGULAR
Alto	A	(7,8,9)
Medio	M	(4,5,6)
Bajo	B	(1,2,3)

Tabla 15. Variables lingüísticas para la calificación.
Fuente: Elaborada por los autores

Para el primer “Qués” (Implementación de un sistema de generación energético fotovoltaico para uso en el sistema de alumbrado público) se tiene la matriz que se presenta en la Tabla 16, la cual muestra el resultado cualitativo de la opinión de los expertos.

		Experto #1	Experto #2	Experto #3
Q	Implementación de un sistema de generación energético fotovoltaico para uso en el sistema de alumbrado público	A	A	A
U				
É	Micro-red, Sistemas híbridos	B	M	B
S	Sistemas fotovoltaicos móviles	B	B	B

Tabla 16. Importancia lingüística aplicada al municipio de Guacochito en el departamento del Cesar.
Fuente: Elaborada por los autores

Para obtener estos datos cualitativos en forma numérica se debe realizar el siguiente procedimiento, teniendo en cuenta los valores de la Tabla 15 (Variables lingüísticas para la calificación).

PESO **Implementación de un sistema de generación energético fotovoltaico** (Igef.)

$$\text{PESO } I_{gef} = \frac{1}{3} * [(7,8,9) + (7,8,9) + (7,8,9)]$$

$$\text{PESO } I_{gef} = \frac{1}{3} * [(7+7+7), (8+8+8), (9+9+9)]$$

$$\text{PESO } I_{gef} = \frac{1}{3} * [(21), (24), (27)]$$

$$\text{PESO } I_{gef} = (7, 8,9)$$

Este mismo cálculo²¹ se realiza para, micro-red, sistemas híbridos, sistemas fotovoltaicos móviles, en el que se obtienen (4, 5, 6), y (1, 2, 3) pesos respectivamente para cada “Qués”, como se muestra en la Tabla 17.

	Experto #1	Experto #2	Experto #3	
Q U É S	Implementación de un sistema de generación energético fotovoltaico para uso en el sistema de alumbrado público	7	8	9
	Micro-red, Sistemas híbridos	4	5	6
	Sistemas fotovoltaicos móviles	1	2	3

Tabla 17. Variables triangulares asignadas a las variables cuantitativas.
Fuente: Elaborada por los autores

4. Evaluación de los productos o servicios ofertados por la competencia

En este caso no se tiene competidores ya que es un proyecto que integra ideas emprendedoras de estudiantes, ingenieros ,docentes y todo el cuerpo de recursos humanos que comprende la idea de abarcar las energías renovables en conjunto con las comunidades indígenas, además este proyecto es uno de los objetivos de Colciencias para el eficiente y eficaz uso de los recursos renovables, por tanto el equipo comprende un conjunto de universidades que están aportando a la planificación de estos proyectos.

²¹ Estos cálculos corresponden a la suma y multiplicación de números difusos triangulares, Lazzari L; Machado E; Pérez R. Teoría de decisión fuzzy 1ª edición. Ed. Macchi. Buenos Aires, Argentina, 1998.

5. Establecimiento de “Cómos” con los que se pueden satisfacer los “Qués” fijados anteriormente.

Cada miembro del equipo multidisciplinario es responsable de emitir un juicio sobre el impacto que tiene cada uno de los “Como” sobre cada uno de los “Que”. Dichas opiniones deben ser expresadas empleando las variables lingüísticas presentadas anteriormente, y serán cuantificadas por medio de los números difusos.

- Grupo multidisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades. **GM²²**
- Gestionar con los líderes de la comunidad. **GL**
- Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región. **RG**
- Gestionar los recursos con las entidades encargadas. **GR**

6. Paso análisis de los “Cómos”.

Para determinar el impacto total de cada “Como” sobre cada “Que”, consolidando las opiniones de los miembros del equipo multidisciplinario, se aplica ecuación 2 (:J. Osorio Gómez, Fuzzy 2011)

$$\text{Correlación} = \left\{ r_{ij}, \text{donde } i = 1, \dots, q \text{ y } j = 1, \dots, c \right\}$$

$$r_{ij} = \frac{1}{n} \otimes (r_{ij1} \oplus r_{ij2} \oplus \dots \oplus r_{ijn}), (2)$$

donde i: “Expertos”, los cuales son 3; y j: “como”, son 4.

Es importante notar que cada miembro puede expresar libremente su opinión frente a esta relación y no importan las diferencias entre ellos, puesto que se pretende que todas las opiniones sean consideradas al momento de tomar la decisión.

7. Paso Establecimiento de la matriz de relaciones entre “Qués” y “Cómos”

Para el desarrollo de este paso se tiene la matriz que se presenta en la Tabla 18, la cual permitirá el desarrollo de las matrices de correlación. En ella se encuentra la simbología de correlación.

²² Se hace abreviatura para el grafico de la casa en la matriz de QFD

Correlación	
	Correlación fuerte Ambos criterios se mueven en el mismo sentido
	Correlación media
	Correlación baja Los criterios se mueven en sentido contrario
	Correlación nula

Tabla 18. Escala de Calificación de Matriz de Correlación de variables externas.
Fuente: Elaborada por los autores

En la Tabla 19 se desarrolla la matriz de correlación “Qué” y “Cómo” teniendo en cuenta criterios cualitativos; de manera alterna se desarrolla la matriz cuantitativa en la Tabla 20.

"COMOS"		Grupo interdisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades				Gestionar con los líderes de la comunidad		Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región			Gestionar los recursos con las entidades encargadas		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Q U E S	Expertos												
	Implementación de un sistema de generación energética fotovoltaico para el uso en el sistema de alumbrado público	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Micro-Red Sistemas hidriscos	M	M	M	B	M	A	A	M	B	A	A	A
	Sistemas Fotovoltaicos móviles	M	M	M	A	M	A	A	M	A	M	M	M

Tabla 19. Correlación cuantitativa de “Qué” y “Cómo” del proyecto de municipio de Guacochito en el departamento del Cesar.
Fuente: Elaborada por los autores

"COMOS"		Grupo interdisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades				Gestionar con los líderes de la comunidad		Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región			Gestionar los recursos con las entidades encargadas		
		CORRELACIÓN				rij		rij			rij		
Q U E S	Implementación de un sistema de generación energética fotovoltaico para el uso en el sistema de alumbrado público	7,8,9				7,8,9		7,8,9			7,8,9		
	Micro-Red Sistemas hidriscos	4,5,6				3,5,9		3,5,9			7,8,9		
	Sistemas Fotovoltaicos móviles	4,5,6				6,7,8		6,7,8			4,5,6		

Tabla 20. Correlación cuantitativa de “Ques” y “Cómo” del proyecto del proyecto del municipio de Guacochito en el departamento del Cesar.
Fuente: Elaborada por los autores

Sintetizando la información obtenida a lo largo del desarrollo de la metodología como resultado se obtiene la casa de la calidad mostrada en la Ilustración 19, la cual refleja cada matriz desarrollada teniendo en cuenta cada factor que compone el esquema.

De esta manera la casa de la calidad es uno de principales aporte de este libro y el resultado de la aplicación de la metodología QFD.

3.1.11 Esquema de la matriz QFD para proyecto en la comunidad de Guacochito - Cesar

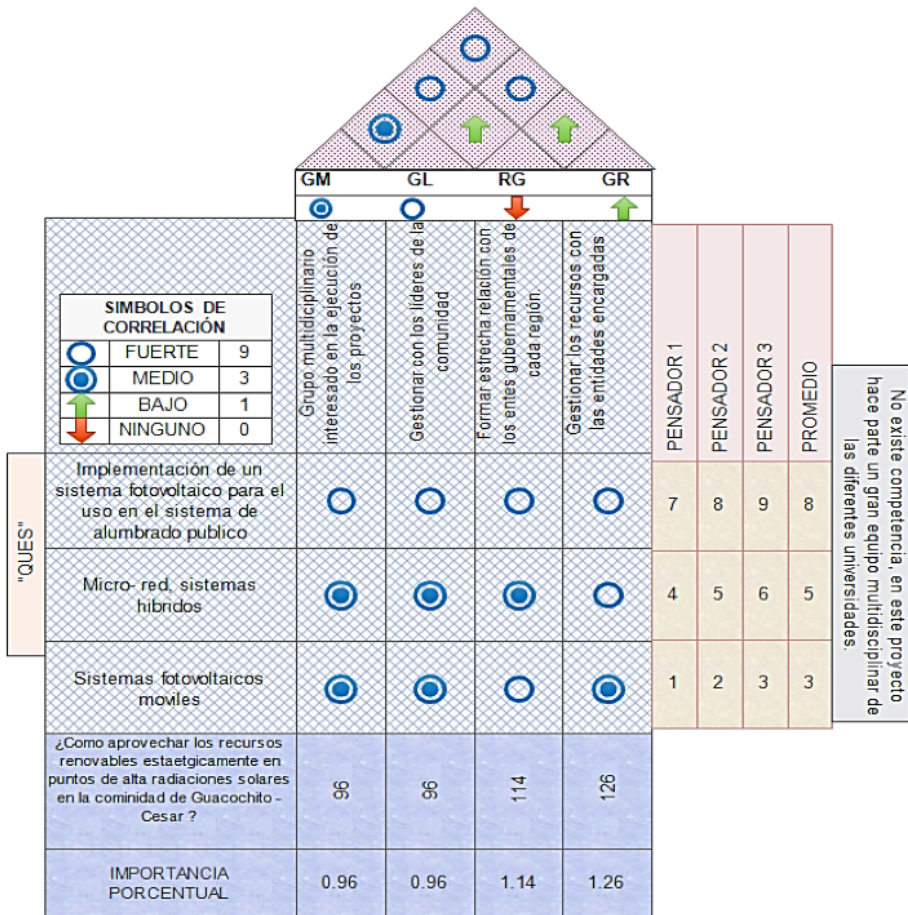


Ilustración 18. Esquema de la matriz QFD para proyecto en la comunidad de Guacochito - Cesar. Fuente: Elaborada por los autores - Herramienta: Edraw Max

3.1.12. Diagrama de causa-efecto / espina de pescado

La Ilustración 19 muestra de manera puntual la problemática encontrada en la comunidad, las posibles causas correlacionadas a factores predefinidos o 5P.

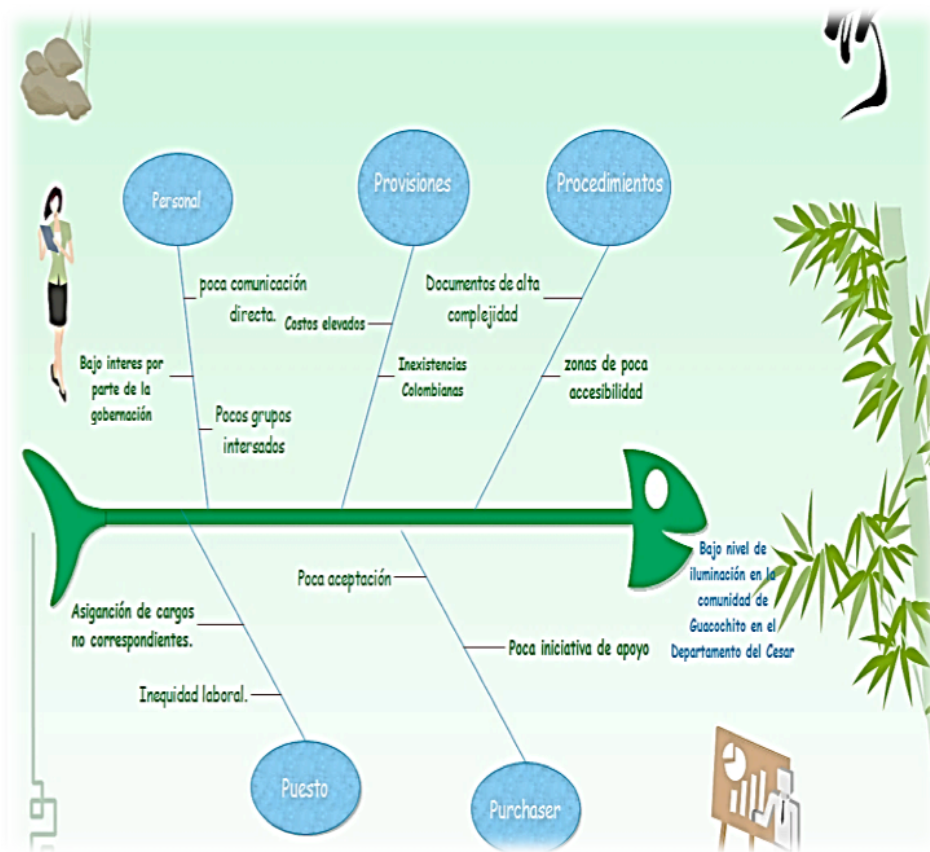


Ilustración 19. Diagrama causa efecto de la situación de Guacochito - Cesar
Fuente: Elaborada por los autores - Herramienta: Edraw Max

3.2 Proyecto prioritario 2: Aprovechamiento de la energía eólica para plantas desalinizadoras de agua de mar en Isla Grande - Bolívar

3.2.1 Propósito del proyecto

El propósito del proyecto es aprovechar para fines de salubridad, la energía eólica de la zona, a través de desalinización del agua de mar. La finalidad es subsanar la

necesidad del consumo de agua desalinizada en Isla Grande - Bolívar, población con dificultades socioeconómicas y ausencia de servicios. Esta comunidad dispone de un rango de potencial eólico de 0-16 W/m² día a 80m (M. Vanegas, E. Villicaña, L. Arrieta, 2015), el cual hace que este tipo de proyectos sean prioritarios para la región Caribe colombiana.

3.2.2 Introducción

En la actualidad muchas regiones del planeta presentan un riguroso problema de escasez de agua para el consumo, el cual ha incrementado notablemente en los últimos años, debido a factores de crecimiento poblacional, desarrollo industrial y cambios climáticos.

Estas regiones de Colombia poseen abundantes recursos hídricos (agua de mar) y fuertes vientos debido a características físicas y geográficas, los cuales pueden ser aprovechados para producir agua apta para el consumo a partir de energía eólica. Desde el punto de vista económico, las fuentes disponibles en Colombia son una oportunidad viable que hace posible la inversión para la mejora de calidad de vida.

La desalinización es el proceso de eliminar las sales disueltas en las aguas salinas o salobres, con el objetivo de potabilizarlas para el consumo humano, uso industrial, o agrícola (ADU-RES, 2004). Este proceso requiere de un constante suministro energético, y utilización de tecnologías limpias. Hasta el presente, solo alrededor de un 1% de las plantas de desalinización existentes se abastecen con energías renovables, dados sus elevados costos (ADIRA, 2008). La desalinización solar se ha presentado como una prometedora alternativa para el tratamiento de aguas para consumo humano, cuya particularidad radica en que recurso energético gratuito, es de simple tecnología y produce un mínimo impacto ambiental. El constante desarrollo de estos sistemas ha demostrado la factibilidad y la conveniencia de su utilización en aquellas zonas áridas que tienen un gran potencial de energía solar y en donde la demanda de agua potable no es muy alta (hasta 40 m³/día), (Chaibi M. 2000).

3.2.3 Alcance

El desarrollo del proyecto beneficiará 100 familias de Isla Grande - Bolívar, permitiendo mejorar sus condiciones de vida por medio de la desalinización del agua de mar haciendo uso de las fuentes no convencionales de energía y los recursos naturales a su disposición.

Esta investigación se realiza con el fin de determinar qué características deben cumplir los espacios donde se realizará el proyecto, ya que el objetivo es analizar al detalle las principales problemáticas de la comunidad de Isla Grande - Bolívar y así definir un campo de acción que permita impactar positivamente la comunidad, respetando sus costumbres sin sobrepasar los límites culturales.

3.2.4 Objetivos

Objetivo General.

Proporcionar agua para el consumo humano en la comunidad de Isla Grande Bolívar, por medio de generación de energía eólica a través de instalaciones de aerogeneradores permitiendo desalar el agua que proviene del mar.

Objetivos Específicos

- Definir el número de personas totales a servir y el área disponible para la instalación de la planta.
- Analizar las características ambientales, sociales y geográficas de la comunidad ubicada en Isla Grande Bolívar con respecto a la capacidad de implementación de un sistema de generación eólico para uso en el sistema de desalinización del agua.
- Obtener un estudio de eficiencia energética que permita determinar el alcance y cobertura del sistema de desalinización del agua de mar.
- Lograr un análisis técnico, ambiental y social con relación a la introducción del sistema desalinizador y su impacto en la comunidad (presente y futuro).

3.2.5 Hipótesis

¿Es posible brindar a la comunidad de Isla grande Bolívar agua apta para el consumo a través de instalaciones de aerogeneradores que permitan desalar el agua que proviene del mar?

3.2.6 Marco referencial

Marco legal

- Decreto 2811 de 1974, libro II parte III:
 - **Artículo 99.** Establece la obligatoriedad de tramitar el respectivo

permiso de explotación de material de arrastre.

- **Art. 77 a 78.** Clasificación de aguas.
- **Art. 80 a 85.** Dominio de las aguas y cauces.
- **Art. 86 a 89.** Derecho a uso del agua.
- **Art. 134 a 138.** Prevención y control de contaminación.
- **Art. 149.** aguas subterráneas.
- **Art. 155.** Administración de aguas y cauces.
- **Decreto 2314 de 1986.** Concesión de aguas.
- **Decreto 1700 de 1989.** Crea Comisión de Agua Potable.
- **Ley 373 de 1997.** Uso eficiente y ahorro del agua.
- **Decreto 3102 de 1998.** Instalación de equipos de bajo consumo de agua.
- **Decreto 475 de 1998.** Algunas normas técnicas de calidad de agua.

3.2.7 Descripción física del territorio. (Zona de estudio)

Isla Grande Bolívar está ubicada en la parte oeste del norte del país con latitud -75.74 y longitud 10.17 como se muestra en la Ilustración 20.

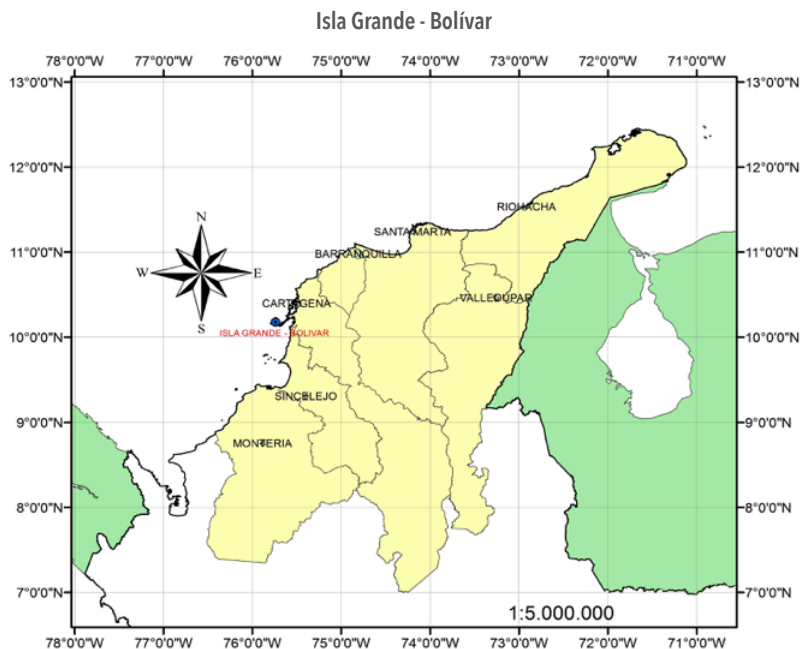


Ilustración 20. Ubicación Geográfica de Isla Grande - Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

3.2.8 Plan de desarrollo del departamento de Bolívar

El presente resumen del documento-guía del Plan de Desarrollo Departamental **“Bolívar Ganador 2012 - 2015”** generado por la gobernación, pretende dar respuesta a la situación de ruina y calamidad que se verifica en el territorio Bolivarense actualmente.

El mandato recibido por la voluntad de más de 272.000 bolivarenses, exigen un esfuerzo y un compromiso mayor en la búsqueda de respuestas prontas y oportunas, que les permita acceder a los servicios que presta el Estado y mejorar su calidad de vida.

Las líneas estratégicas del programa de gobierno “Bolívar Ganador”, están reflejadas en cada uno de los 5 objetivos estratégicos que constituyen la columna vertebral del Plan de desarrollo:

- Una sociedad en armonía para todos²³
- Bolívar un territorio que nos integra a todos
- Bolívar territorio cultural
- Bolívar con economía regional competitiva
- Un Gobierno para todos

Política de agua potable y saneamiento básico

Este programa con sus estrategias apuntan al incremento de las coberturas, el mejoramiento de la gestión, la calidad de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, mediante adopción de esquemas regionales de prestación de servicios, optimización en el uso de fuentes de financiación con transparencia, eficiencia en el uso de recursos públicos y recuperación de la confianza en las instituciones.

Para el logro de estos objetivos se promueven inversiones orientadas al desarrollo de la infraestructura, el fortalecimiento institucional dirigido a atender la población urbana y rural, apoyar el programa de conexiones intradomiciliarias que busca conectar efectivamente las viviendas a las redes de agua potable, alcantarillado atendiendo necesidades básicas insatisfechas de los hogares en mayor estado de vulnerabilidad. De igual manera, se debe propender por la protección de las cuencas abastecedoras que garanticen el recurso hídrico,

²³ Este adjetivo se emplea normalmente antepuesto a un sustantivo –precedido, a su vez, de un determinante– e “indica que no se excluye ninguna parte o ninguno de los seres o cosas”. Diccionario de la Real Academia de la Lengua

avanzar en el desarrollo de acciones para el uso eficiente racional del agua, en el tratamiento de aguas residuales domésticas y en general todas aquellas acciones orientadas a responder a los retos del cambio climático.

Situación Ambiental:

Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial

La ubicación continental geográfica del departamento de Bolívar, convierte este territorio en un espacio estratégico en términos de recursos naturales renovables y no renovables. Grandes extensiones de agua, ecosistemas de bosque que van desde lo subxerófitos hasta el bosque húmedo tropical; es el punto convergente de la conectividad regional hacia el norte y el sur, lo cual lo convierten en un departamento estratégico en cual se deben potencializar las acciones en beneficio de sus habitantes y el desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible debe ser el garante del accionar de los habitantes del territorio bolivarense, de la inclusión de la naturaleza como fuente proveedora, y por tanto, la adopción de aquellas normas de convivencia ciudadana relacionadas con la inclusión en la legalidad del uso de sus recursos.

Las materias primas naturales, fundamentales en la supervivencia del hombre, como son los bosques, el agua, la minería, la pesca, el suelo, la flora y la fauna entre otros, deben ser objeto de identificación para el quehacer de este instrumento de planificación, acorde con las propuestas de gobierno en el nivel regional, recogiendo los mandatos nacionales, articulando las normativas y el interés de la sociedad en la administración departamental.

Agua Potable y Saneamiento Básico

La situación institucional de los prestadores de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en el departamento de Bolívar, es bastante crítica. De los 45 entes territoriales que hacen parte del departamento, en 44 se presta el servicio de acueducto; en 12 alcantarillado y en 24 el servicio de aseo (en 4 municipios el servicio se presta mediante la contratación por OPS)²⁴.

No obstante, la prestación de estos servicios es afectada por bajos niveles de cobertura, continuidad y calidad, desabastecimiento de fuentes hídricas, falta de operadores especializados y bajos índices de cobro del servicio y

²⁴ "Diagnóstico, estructuración y gerencia integral del programa departamental de agua potable y saneamiento básico y ambiental en el departamento de Bolívar", Consorcio Hidrotec-AFA, 2008.

de establecimiento de tarifas que correspondan efectivamente a los costos asociados con la prestación del servicio y a los recursos necesarios para asegurar la continuidad y calidad en la prestación de los servicios.

La cobertura del servicio de acueducto en el departamento de Bolívar es sólo de 75%²² (inferior al promedio nacional y al de la región de la Costa Atlántica); la población con redes de acueducto es de 475.885 habitantes, y 80% de los municipios no cuentan con concesión para el aprovechamiento de las fuentes de agua. La continuidad en el servicio de agua potable es en promedio de 11.22 horas/día durante 6.2 días/semana, y en cuanto a calidad del agua, 33 municipios cuentan con planta para el tratamiento y en los demás no existe infraestructura o las plantas están fuera de servicio. Así mismo, existe un alto riesgo para la población de contraer enfermedades relacionadas con el consumo de agua potable. El valor promedio del Índice de Riesgo de Calidad de Agua para Consumo Humano (IRCA) es de 41.4%, el cual representa un nivel de riesgo alto.

Los problemas de acceso al servicio de agua asociados a la carencia del recurso hídrico o al bajo caudal de las fuentes abastecedoras de los acueductos municipales, asociados a prolongados períodos de sequía intensificados por efecto del cambio climático, se presentan en los municipios que se abastecen de pequeñas fuentes de los Montes de María y de fuentes subterráneas para la prestación del servicio. Estos municipios (18) presentan durante el año algún tipo de desabastecimiento en su cabecera, ya sea por la reducción del caudal de la fuente en las temporadas de verano o por la capacidad del pozo profundo de captación. Es decir, existe un déficit real en la oferta de agua por parte de los sistemas de acueducto, que frente a la oferta de la red hídrica del Departamento y a la cobertura nominal existente en redes, sólo puede explicarse por los déficits de capacidad institucional que presentan los actuales esquemas de operación para la prestación del servicio.

La baja calidad del agua disponible obedece a la marcada deficiencia en la infraestructura física y en la operación de las plantas de tratamiento de agua potable que existen en 33 de los 46 municipios, donde se observa que sólo 4 municipios entregan agua óptima para el consumo humano. Cabe resaltar los problemas de turbiedad en el canal del Dique y la presencia de nitratos en las fuentes subterráneas, la cual es una característica química que tiene implicaciones sobre la salud humana.

De otra parte, la falta de continuidad del servicio se debe a que los sistemas de acueductos en la mayor parte de los municipios del Departamento de Bolívar

no tienen suficiente capacidad de almacenamiento. Sólo 4 municipios no tienen déficit de almacenamiento. Además incide la interrupción del fluido eléctrico en los municipios y el bajo recaudo en las tarifas, que no permiten cubrir los costos de la energía para una operación por más tiempo.

Competencias Departamentales²⁵

La gestión que se llevará a cabo en la administración del departamento de Bolívar 2012 - 2015, esta ceñida al cumplimiento de las responsabilidades que corresponde a las administraciones departamentales. En este orden de ideas, se considera importante resaltar cuales son las principales competencias de los departamentos, otorgadas por la Constitución, leyes y decretos, las cuales se presentan en el Tabla 21.

TEMATICA	COMPETENCIAS DE LOS DEPARTAMENTOS
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO	<p>Concurrir a la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico promoviendo la implementación de programas de fortalecimiento institucional o transformación Empresarial de las personas prestadoras, procurando un esquema regional.</p> <p>Promover, coordinar y/o cofinanciar proyectos que obedezcan a un proceso de planeación integral y a una ejecución de la infraestructura que procure proyectos de costo eficientes y que resulten de un análisis de la totalidad de la infraestructura de prestación disponible en los municipios, dando prioridad a aquellas intervenciones que generen mayor impacto en términos de población beneficiada y criterios de priorización acordes con la normatividad.</p> <p>Eficiencia en el uso de los recursos del Sistema General de Participaciones de conformidad con las actividades elegibles establecidas por la ley.</p>

Tabla 21. Competencias departamentales.
Fuente: Plan de desarrollo de Bolívar

Etnias

El censo de 2005 registró un total de 497.667 afrocolombianos en el departamento de Bolívar, que representan el 27% del total de la población departamental (1.836.640 habitantes). Del total de población afrocolombiana bolivarense, 491.364 personas (98.73%) se reconocieron como población negra, de los cuales 376.988 personas habitan en las cabeceras municipales y 114.376 viven en las zonas rurales; por otra parte, 4.978 personas (1%) se identificaron

²⁵ Solo se muestra la parte que correlaciona al *servicio de agua potable y saneamiento Básico*, el cual está ligado con el proyecto.

como Palenqueros, de los cuales 2.218 personas viven en zonas urbanas y 2.760 en la zona rural; mientras que 1.325 personas encuestadas se reconocieron como raizales (0.27% del total afrodescendientes), de los cuales 1.223 viven en las zonas urbanas y 102 en territorios rurales²⁶

Muy a pesar de representar los afrodescendientes un número significativo en el departamento, la Gobernación de Bolívar no tiene una dependencia encargada de atender los temas para las Comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palanquera; cómo tampoco el Comité Interinstitucional de Concertación para garantizar la participación de las comunidades negras, con la cual, según la Ordenanza N° 07/2002 y el Decreto 241 de 2009, la administración podrá gestionar las acciones a las que obliga la Constitución Nacional y la Ley 70 de 1993. La inoperancia de estas instancias y la ausencia de funcionarios encargados para los temas étnicos, ha hecho imposible la implementación de las políticas, programas y proyectos para el desarrollo de dichas comunidades.

Se evidencia una desarticulación entre las acciones del Gobierno Nacional, los municipios y la cooperación internacional, en tal sentido, no se conoce una agenda departamental de concertación interinstitucional para el desarrollo de los grupos étnicos. Se requiere brindar mayor impulso para la puesta en marcha del Plan Integral de Prevención, Protección y Atención a la Población Desplazada Afrocolombiana de conformidad con el Auto N° 005 de 2009 de la Corte Constitucional.

De otra parte, no existe un diagnóstico actualizado sobre las comunidades étnicas, que refleje la realidad social, económica, político-organizativa y cultural. A nivel institucional se desconoce la existencia del Censo Afro, el mapa étnico y los indicadores sobre los ODM de la población afro.

3.2.9 Identificación de problemas

Para la identificación de los problemas de la comunidad se utilizaron herramientas de búsqueda de información directa como la encuesta y la entrevista, estas fueron realizadas con integrantes del grupo de investigación de eficiencia energética de la universidad del Atlántico, usando herramientas lúdicas para una mejor comunicación, con estas actividades fue posible obtener la información que se muestra en la Tabla 22.

26 Dane (2007) "La población étnica y el Censo General 2005"; Colombia: una nación multicultural. Su diversidad étnica. Pág. 435-436. Tomado del Diagnóstico de la situación de los municipios habitados por las comunidades afrocolombianas priorizadas por la Honorable Corte Constitucional en el departamento de Bolívar.

PROBLEMAS	CAUSAS	CONSECUENCIAS
Consumo de agua salobre por parte de todos los habitantes de Isla Grande.	Desaprovechamiento de recursos energético abundantes como el viento.	Enfermedades de todo tipo.
	Poca gestión del gobierno local y nacional.	Resultados de avance nulos.
	Poco interés por parte de los habitantes.	Imposibilidad de utilizar equipos y herramientas eléctricas.
Pérdida de disponibilidad de equipos de extracción de agua	Falta de un sistema de energía eléctrica constante.	Deterioro de la salud de la población
	Deterioro de la Economía	Falta de energía eléctrica para el uso de equipos y utilización adecuada del agua para la agricultura y ganadería.
Muerte de animales		
Escasez de ingresos económicos		

Tabla 22. Resumen de problemas principales, causas y consecuencias de la población de Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

Con esta observación se puede generar el siguiente análisis utilizando la Metodología del Marco Lógico (MML).

3.2.9.1 Planteamiento del problema

El problema radica en que existe un alto consumo de agua salobre por parte de los habitantes de Isla Grande, como se muestra en la Ilustración 21, para el análisis general del problema se utilizó la metodología ZOPP de la GTZ (Alemania).

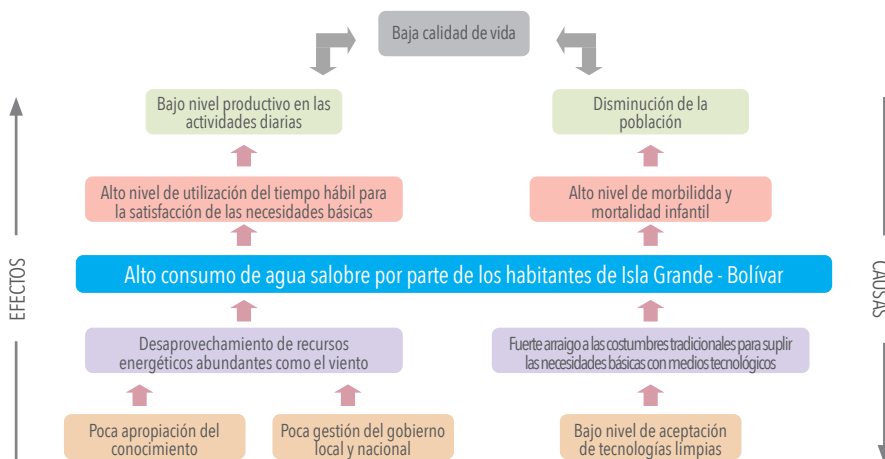


Ilustración 21. ADP de Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

3.2.9.2 Planteamiento de los objetivos

A partir del árbol de problemas surge la elaboración del árbol de objetivos mostrado en la ilustración 22, este es un reflejo positivo del árbol de problemas , el cual tiene como fin la meta a lograr.

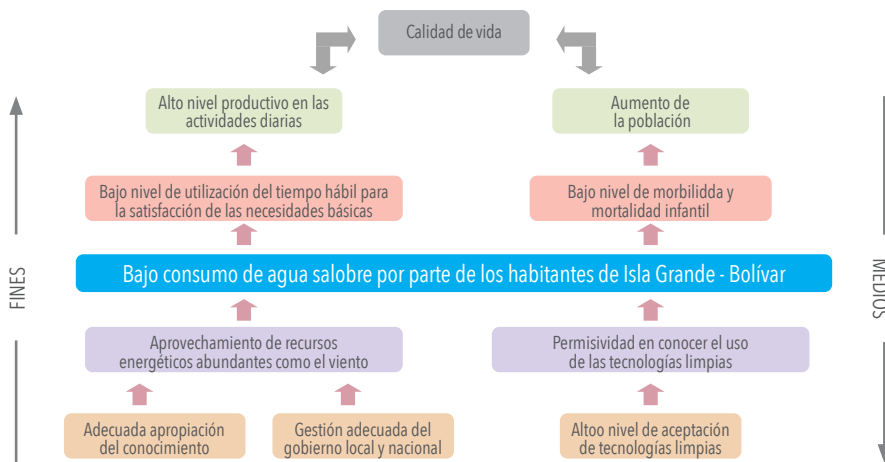


Ilustración 22. ADO de Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

3.2.9.3 Análisis de los participantes

Los participantes o involucrados en este proyecto son fundamentales en la ejecución el mismo, es por esta razón que se hace necesario esclarecer aspectos que influyen la toma de decisiones y estos aspectos se muestran en la tabla 23

PARTICIPANTES	INTERESES	APORTES	LIMITANTES
Habitantes de Isla Grande Bolívar	Satisfacer las necesidades básicas con tecnologías apropiadas.	Flexibilidad en el acceso y comunicación con los ejecutores del proyecto.	Aislamiento geográfico. Lenguas distintas.
Investigadores	Aportar soluciones a la comunidad vulnerables basadas en el conocimiento tecnológico ambiental.	Cognitivo	- Recursos financieros limitados - Tiempo disponible limitado
Gobierno	Tener una herramienta (BPP) ²⁷ que permita ejecutar los proyectos de mayor impacto.	Financieros	- Burocracia - Poco personal interesado en el tema

Tabla 23. Análisis de participantes de Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

3.2.9.4 MML de la comunidad de Isla Grande Bolívar

Expresado concretamente los aspectos del problema que presenta la comunidad de Isla Grande Bolívar se genera la matriz de marco lógico en la Tabla 24.

Resumen Narrativo de Objetivos	Enunciado	Indicadores Objetivos Verificación	Medios de Verificación	Supuestos
FIN	Calidad de vida de la comunidad de Isla Grande, Departamento de Bolívar			
PROPÓSITO	Apropiado nivel de iluminación en la población de Isla Grande, Departamento de Bolívar	Litros de agua desalinizados/litros de agua disponible	Observación y medición continúa.	
COMPONENTES	1. Adecuada apropiación del conocimiento. 2. Gestión adecuada del gobierno local y nacional. 3. Alto nivel de aceptación de tecnologías limpias.	1. Encuestas realizadas / Encuestas elaboradas. 2. Reuniones asistidas/ Reuniones planificadas. 3. Índice de avance de apropiación del conocimiento.	Reportes mensuales de las actividades relacionadas con el proyecto y la comunidad	Los habitantes de la comunidad acuden regularmente a las actividades que se les ofrecen en el programa
ACTIVIDADES	1. Etapa de socialización de cartillas pedagógicas de FNCE. 2. Planteamiento de propuestas de proyectos coherentes con la necesidad de la comunidad hacia entes gubernamentales. 3. Etapa de formulación de perfiles para cada proyecto. 4. Charlas semanales a la comunidad sobre tecnologías limpias y apropiadas para dar solución a la situación actual.	1. Talleres asistidos / talleres convocados. 2. Proyectos enfocados/ Proyectos generales 3. Seguimiento semanal de las actividades. 4. Charlas asistidas / Charlas convocadas	Reportes mensuales de las actividades de avance.	1. Los entes financiadores continúan apoyando con recursos el programa para su continuidad 2. Los habitantes de la comunidad acuden regularmente a las actividades que se les ofrecen en el programa

Tabla 23. Análisis de participantes de Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

3.2.10 Aplicación despliegue de la función calidad (QFD)

1. Paso: **Fijación del objetivo**

Brindar a la comunidad de Isla Grande (Bolívar) agua apta para el consumo humano a través de instalaciones de aerogeneradores permitiendo desalar el agua que proviene del mar.

2. Paso : **Establecimiento de la lista de “Qués”**

- Generación de energía eólica para plantas desoladora.

- Minicentral hidroeléctrica como parte de un sistema híbrido.
- Generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado.

3. Paso : **Asignar coeficientes de peso a los “Qués”**

Para la asignación del peso de los “Qués”; Se aplica la ecuación (3) (J. Osorio Gómez, Fuzzy 2011).

$$\text{Peso}_{\text{que}} = \{w_i, \text{donde } i = 1, \dots, q\}$$

$$w_i = \frac{1}{n} \otimes (w_{i1} \oplus w_{i2} \oplus \dots \oplus w_{in}), (3)$$

donde q es el número de “Qués” y n el número de miembros del equipo multidisciplinario”. A continuación se muestra la Tabla 25 la cual refleja el nivel de importancia, la asignación lingüística y la correspondencia del número triangular difuso.

NIVEL DE IMPORTANCIA	VARIABLES LINGÜÍSTICAS	ESCALA
Alto	A	(7,8,9)
Medio	M	(4,5,6)
Bajo	B	(1,2,3)

Tabla 25. Variables lingüísticas para la calificación.

Fuente: Elaborada por los autores

Para el primer “Qués” (Generación de energía eólica para plantas desoladora) se tiene la matriz mostrada en la Tabla 26, la cual indica el resultado cualitativo de la opinión de los expertos.

	Experto #1	Experto #2	Experto #3
Q Generación de energía eólica para plantas deslinizadoras	A	A	A
É Micro-red, Sistemas híbridos	B	M	B
S Sistemas fotovoltaicos móviles	B	B	B

Tabla 26. Importancia lingüística aplicada a la comunidad de isla grande Bolívar.

Fuente: Elaborada por los autores

Los resultados para el proyecto de Isla Grande Bolívar, se obtienen en este caso con los valores de $q = 3$ y $n = 3$. Se procede a continuación a realizar el cálculo

del peso definitivo **para el criterio Generación de energía eólica para plantas desalinizadoras.**

PESO Generación de energía eólica para plantas desalinizadoras PESO Geepd.

$$\text{PESO Geepd} = \frac{1}{3} * [(7,8,9) + (7,8,9) + (7,8,9)]$$

$$\text{PESO Geepd} = \frac{1}{3} * [(7+7+7), (8+8+8), (9+9+9)]$$

$$\text{PESO Geepd} = \frac{1}{3} * [(21), (24), (27)]$$

$$\text{PESO Geepd} = (7, 8, 9)$$

Este mismo cálculo²⁸ se realiza para central hidroeléctrica como parte de un sistema híbrido, generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado con los valores de (7, 7, 8) y (1, 2,3) pesos respectivamente para cada "Qués", como se muestra en la Tabla 27.

	Experto #1	Experto #2	Experto #3
Q Generación de energía eólica para plantas desalinizadoras	7	8	9
U Central hidroeléctrica como parte de un sistema híbrido	7	7	8
É Generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado	1	2	3

Tabla 27. Variables lingüísticas aplicadas a Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

4. Paso **Evaluación de los productos o servicios ofertados por la competencia**

No existen competidores en este proyecto, es una integración de conocimientos , capacidades y recursos de los distintos entes interesados en la propuesta y ejecución del proyecto para ayudar a las diferentes comunidades haciendo uso de los recursos renovables.

²⁸ Estos cálculos corresponden a la suma y multiplicación de números difusos triangulares, Lazzari L; Machado E; Pérez R. Teoría de decisión fuzzy 1ª edición. Ed. Macchi. Buenos Aires, Argentina, 1998.

5. Paso **Establecimiento de “cómos” con los que se pueden satisfacer los “Qués” fijados anteriormente.**

Los diferentes integrantes del equipo multidisciplinario son responsables de emitir un juicio sobre el impacto que tiene cada uno de los “Como” sobre cada uno de los “Que”. Dichas opiniones deben ser expresadas empleando las variables lingüísticas presentadas anteriormente, y serán cuantificadas por medio de los números difusos.

- Grupo multidisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades. **GM**²⁹
- Gestionar con los líderes de la comunidad. **GL**
- Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región. **RG**
- Gestionar los recursos con las entidades encargadas. **GR**

6. Paso: **Análisis de los “Cómos”.**

Para determinar el impacto total de cada “Como” sobre cada “Que”, consolidando las opiniones de los miembros del equipo multidisciplinario, es necesario la aplicación de la ecuación 4 (J. Osorio Gómez, Fuzzy 2011).

$$\text{Correlación} = \left\{ r_{ij}, \text{donde } i = 1, \dots, q \text{ y } j = 1, \dots, c \right\}$$

$$r_{ij} = \frac{1}{n} \otimes (r_{ij1} \oplus r_{ij2} \oplus \dots \oplus r_{ijn}), (4)$$

donde I “Expertos”, los cuales son 3; y J: “como”, son 4.

Es importante notar que cada miembro puede expresar libremente su opinión frente a esta relación y no importan las diferencias entre ellos, puesto que se pretende que todas las opiniones sean consideradas al momento de tomar la decisión.

7. Paso **Establecimiento de la matriz de relaciones entre “Qués” y “Cómos”**

Para el desarrollo de esta decisión se tuvo en cuenta la Tabla 28.

²⁹ Se hace abreviatura para el grafico de la casa en la matriz de QFD

Correlación	
	Correlación fuerte Ambos criterios se mueven en el mismo sentido
	Correlación media
	Correlación baja Los criterios se mueven en sentido contrario
	Correlación nula

Tabla 28. Escala de Calificación de Matriz de Correlación de variables externas.
Fuente: Elaborada por los autores

A continuación se desarrolla la matriz de correlación “Qués” y “Cómos, mostrada en la Tabla 29, teniendo en cuenta criterios cualitativos, y de manera alterna se desarrolla la matriz cuantitativa, mostrada en la Tabla 30.

	“COMOS”	Grupo interdisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades				Gestionar con los líderes de la comunidad		Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región			Gestionar los recursos con las entidades encargadas		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Q U E S	Expertos												
	Generación de energía eólica para plantas desaladora	A	A	A	M	A	M	M	A	A	A	M	A
	Central hidroeléctrica como parte de un sistema híbrido	A	M	A	M	M	A	B	M	B	B	B	A
	Generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado	M	A	M	A	M	M	A	B	M	M	B	M

Tabla 29. Correlación cualitativa de “Qués” y “Comos” del proyecto de Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

Esta tabla muestra la relación numérica correlacionada con la Tabla 29

	“COMOS”	Grupo interdisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades			Gestionar con los líderes de la comunidad		Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región		Gestionar los recursos con las entidades encargadas	
		rji			rji		rji		rji	
Q U E S	Expertos									
	Generación de energía eólica para plantas desaladora		7,8,9			5,6,7		5,7,8		6,78
	Central hidroeléctrica como parte de un sistema híbrido		5,7,8			5,6,8		2,3,4		2,3,4
	Generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado		5,6,7			4,5,6		6,7,8		4,5,6

Tabla 30. Correlación cuantitativa de “Qués” y “Cómos” del proyecto del proyecto Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

Sintetizando la información obtenida a lo largo del desarrollo de la metodología, como resultado se obtiene la casa de la calidad mostrada en la Ilustración 23, la cual refleja cada matriz desarrollada teniendo en cuenta cada factor que compone el esquema.

Con el análisis realizado anteriormente se puede obtener la casa de la calidad Ilustración 23 siendo esta una manera gráfica de mostrar el análisis completo de la situación problema de Isla Grande Bolívar

3.2.11 Esquema de la matriz QFD para proyecto en la comunidad de isla Grande - Bolívar

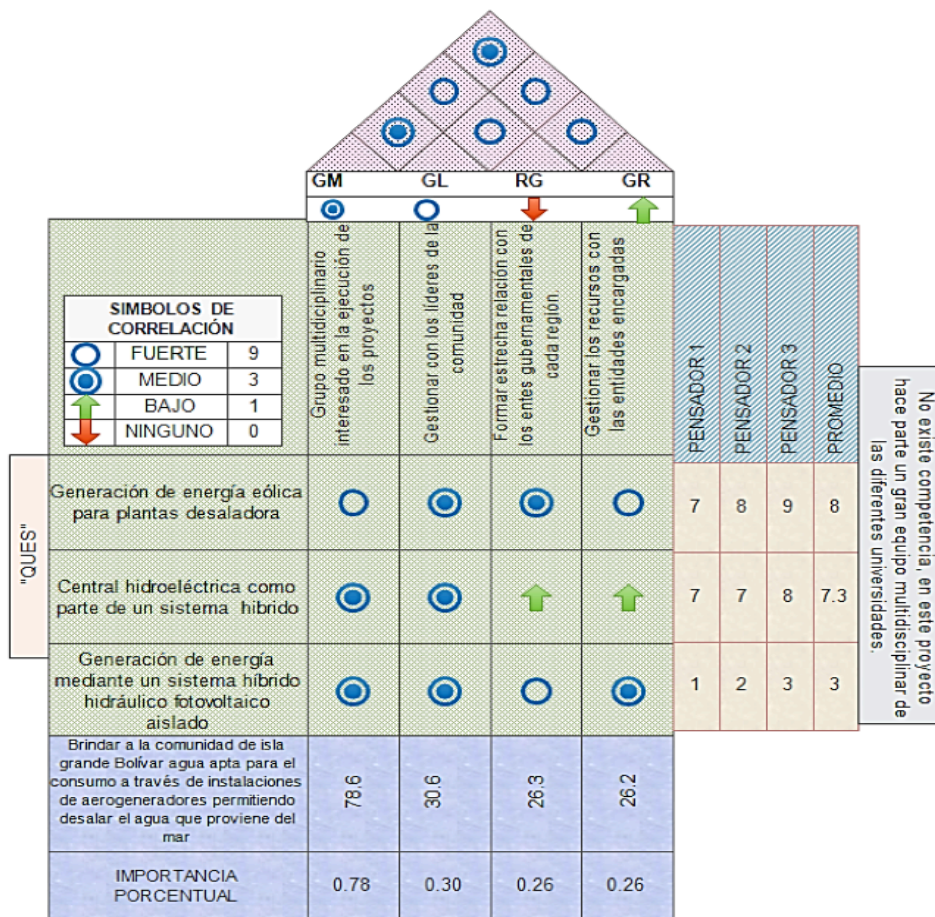


Ilustración 23. Esquema de la matriz QFD para proyecto en la comunidad de isla Grande - Bolívar.
 Fuente: Elaborada por los autores

3.2.12 Diagrama de causa-efecto / espina de pescado

La ilustración 24 muestra de manera puntual la problemática encontrada en la comunidad, las posibles causas correlacionadas a factores predefinidos o 5P.

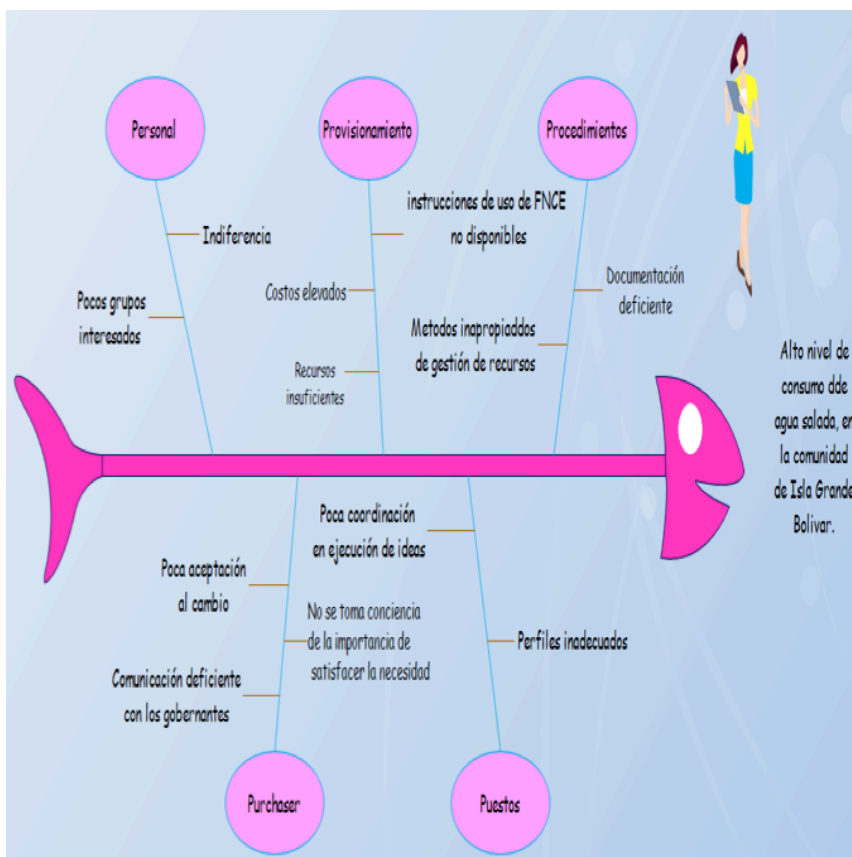


Ilustración 24. Diagrama de causa-efecto / espina de pescado.
Fuente: Elaborada por los autores

3.3 Proyecto 3: Suministro e instalación de tecnología solar fotovoltaica en Kamuchasain -Guajira

3.3.1 Propósito del proyecto

El objetivo de este proyecto es valorar y hacer buen uso de las FNCE para generar iluminación, conociendo el potencial de energía solar en la comunidad

de Kamuchasain - La Guajira, siendo esta una población con dificultades socioeconómicas, ausencia de servicios de energía ,y disposición de una radiación solar global promedio anual comprendida entre 904 W/m² a 908 W/m² (M. Vanegas , E. Villicaña, L. Arrieta,2015) a una altura de ocho metros, para atmosferas extremadamente limpia, lo cual hace que este tipo de proyectos sean necesarios para la región Caribe Colombiana en especial para esta comunidad.

3.3.2 Introducción

La energía solar es una fuente inagotable, renovable y limpia, que se debe aprovechar, ya que su uso es libre de polución, de dióxido de carbono (CO₂) y se encuentra totalmente disponible. La inclinación mundial, es dejar de utilizar combustibles fósiles, para que a futuro sean reemplazados por energías renovables; procurar disminuir las emisiones de gases, todo ello, con el propósito de evitar el efecto invernadero, mitigar el impacto ambiental del sector y contribuir a combatir los efectos del cambio climático³⁰. Para esto se necesitan iniciativas que promuevan URE³¹ subsanando así necesidades básicas como de iluminación, saneamiento de agua potable etc.

Según estudios realizados, cerca de un millón de familias en Colombia carecen de energía eléctrica en el sector rural³². Frente a esta realidad, la ONU ha exhortado a los países como el nuestro, para que se promueva el uso de energías alternativas y para que se implemente en zonas rurales, la utilización de energía limpia, argumentando que el acceso a la energía contribuye con la erradicación de la pobreza y la mejora en la salud y calidad de vida de las personas³³. Así mismo, busca beneficiar el medio ambiente, e incentivar a todos los ciudadanos del país, personas jurídicas, públicas o privadas, propietarios, poseedores o arrendatarios de los inmuebles, para que implementen los paneles solares y paneles fotovoltaicos, todo esto en coordinación con el Gobierno Nacional, alcaldes y gobernadores. Se busca con esta iniciativa que el gobierno, los constructores y propietarios utilicen e implementen el uso racional de los paneles solares y paneles fotovoltaicos, a raíz de la situación ambiental en que

30 Estrategia nacional para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía 2011.

31 Uso racional de la energía.

32 Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas Humberto Rodríguez Murcia. Página 87

33 Fuentes renovables de Energía en América Latina y el Caribe: situación y propuestas de políticas, <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/9/14839/P14839.xml&xsl=/drni/tpl/p9f.xsl&base=/drni/tpl/top-bottom.xsl>

se encuentra el país y el mundo. También es importante aprovechar este tipo de energías en aquellas zonas no interconectadas y en las zonas rurales del país, que por su posición geográfica podrán obtener un gran beneficio en la energía solar, de acuerdo a la evaluación del potencial solar en Colombia realizada por el Instituto de Estudios Ambientales (IDEAM), el cual clasifica algunas regiones del país como se muestra en la Tabla 31.

Región del Caribe	Radiación Solar (kWh/m ² /año)
Guajira	2 000 - 2 100
Costa Atlántica	1 730 - 2 000
Orinoquia-Amazonia	1 550 - 1 900
Región Andina	1 550 - 1 750
Costa Pacífico	1 450 - 1 550

Tabla 31. Radiación Solar (kWh/m²/año).
Fuente: IDEAM-2005

Colombia tiene un buen potencial energético solar en todo el territorio, con un promedio diario multianual cercano a 4,5 kwh/m² (destacándose la península de la Guajira con un valor promedio de 6,0 kwh/m² y la Orinoquia, con un valor un poco menor), propicio para un adecuado aprovechamiento³⁴.

El instituto para la diversidad y ahorro de la energía, define a los sistemas fotovoltaicos como un conjunto de elementos capaces de suministrar electricidad para cubrir las necesidades planteadas, a partir de la energía Solar. Sostiene también que un sistemas fotovoltaico (SFV) consiste en la integración de componentes que, con una o más funciones específicas, pueden suplir la demanda eléctrica impuesta por la carga, usando como combustible la energía solar.(Chávez J,2007).

Estos sistemas tienen las ventajas de ser silenciosos, modulares, requieren mínimo mantenimiento, no consumen combustible y prioritariamente no contaminan el ambiente; es así que las aplicaciones de los SFV son múltiples. Ejemplo, la electrificación rural y viviendas aisladas donde llevar energía eléctrica por medio de la red general sería demasiado costosa, y por lo tanto no cuentan con este servicio, en este caso, la instalación de un generador fotovoltaico es ampliamente rentable.

³⁴ Atlas de radiación solar en Colombia, pág. 19. http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/1-Atlas_Radiacion_Solar.pdf.

3.3.3 Alcance

El desarrollo del proyecto beneficiará a familias de la comunidad de Kamuchasain - Guajira, el cual permite impulsar el desarrollo social y económico, aprovechando el potencial energético solar para la generación de energía eléctrica e incentivando el desarrollo cultural y asociándose con las tecnologías limpias.

3.3.4 Objetivos

General

Elaborar un proyecto para la población de Kamuchasain con el fin de impulsar el desarrollo social y económico aprovechando el potencial energético solar para la generación de energía eléctrica.

Específicos

- Hacer uso de un sistema de energía renovable a través de celdas fotovoltaicas, diseñar e implementar una solución al suministro de energía eléctrica de la población de Kamuchasain Guajira, Colombia.
- Promover el desarrollo social y económico a través de la continuidad del servicio eléctrico.
- Analizar las características ambientales, sociales y geográficas de la comunidad Kamuchasain Guajira con respecto a la capacidad de implementación de un sistema de generación solar para uso en el sistema de iluminación.

3.3.5 Hipótesis

¿Es factible instalar en la comunidad de Kamuchasain - Guajira generadores de energía eléctrica con paneles fotovoltaicos, para suplir parte de la demanda de Energía Eléctrica de la población?

3.3.6 Marco referencial

Marco constitucional y legal

En virtud del artículo 365 Constitucional, el Estado colombiano es responsable de asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos, entre ellos el servicio

público de energía, razón por la cual se hace necesario la toma de medidas que garanticen que los habitantes del territorio colombiano gocen de un servicio de energía de manera continua y con calidad.

Así mismo, el artículo 78 de la Constitución establece de manera enfática que la ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización, estableciendo responsabilidad para quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios.

El Estado colombiano debe garantizar que los habitantes de su territorio gocen de un ambiente sano. Tiene como deber proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines, tal como lo dispone el artículo 79 de la Constitución Política. Por otra parte, planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados, esto conforme al artículo 80 de la Carta Política.

Atendiendo el marco constitucional, se hicieron acciones correctivas a la Ley 697 de 2001, reglamentada por el Decreto 3683 de 2003, que busca establecer el uso racional y eficiente de la Energía, elevándolo a asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales, para ello, dispuso que el Estado debe establecer las normas e infraestructura necesarias para el cabal cumplimiento de estas disposiciones, creando la estructura legal, técnica, económica y financiera necesaria para lograr el desarrollo de proyectos concretos, URE (uso racional de energía), a corto, mediano y largo plazo, económica y ambientalmente viables asegurando el desarrollo sostenible, al tiempo que generen la conciencia URE y el conocimiento y utilización de formas alternativas de energía.

Terminología

NTC 1736, Energía solar. definiciones y nomenclatura (24/8/2005).

Esta norma define la nomenclatura para variables de radiación solar, parámetros meteorológicos, y parámetros de orientación y localización superficial.

La norma lista las definiciones de conceptos generales (absorción, emitancia, reflectancia, etc.), conceptos de radiación y ángulos (afelio, ángulo de hora solar, declinación solar, flujo radiante, irradiación, etc.), y medición de la radiación (anillo de sombra, fotómetro, haliómetro, pirgeómetro, etc.). También incluye una clasificación de los colectores solares, de sus tipos de instalaciones, así como definiciones y gráficas de sus principales componentes.

Esta norma se centra pues en los colectores solares, empleados para obtener energía térmica a partir de la energía solar, y no brinda información alguna en específico de módulos fotovoltaicos.

NTC 2775, Energía solar fotovoltaica. terminología y definiciones (24/8/2005)

Esta norma sólo contiene definiciones referentes a sistemas fotovoltaicos, acordes con la simbología establecida en la norma NTC 1736.

No incluye ningún tipo de clasificación de los sistemas fotovoltaicos, como de tampoco ningún tipo de especificación sobre los mismos. Sólo define conceptos, como arreglo fotovoltaico, batería, potencia pico, celda fotovoltaica, corriente de carga, eficiencia de conversión, oblea, respuesta espectral, silicio policristalino, entre otros términos muy generales.

NTC 2883, Módulos fotovoltaicos (fv) de silicio cristalino para aplicación terrestre. calificación del diseño y aprobación de tipo (26/07/2006).

La presente norma hace referencia a los requisitos establecidos para la calificación del diseño y la aprobación del tipo de módulos fotovoltaicos para aplicación terrestre y para la operación en largos periodos de tiempo en climas moderados (al aire libre), según lo define la norma IEC 60721-2-1. Su aplicación principal es en módulos fotovoltaicos que utilicen tecnologías en silicio cristalino.

NTC 5433, Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos (30/08/2006).

La norma contiene información acerca de la configuración de sistemas con módulos fotovoltaicos para garantizar que estén constituidos de una manera

óptima y segura.

Para esto se requiere información acerca de los materiales con los que está constituido el modulo fotovoltaico, como es el funcionamiento eléctrico, características térmicas, clasificación de potencia y tolerancias de producción y algunos valores característicos para la integración de sistemas (tensión de circuito abierto y corriente inversa).

NTC 5549, Sistemas fotovoltaicos terrestres. generadores de potencia. generalidades y guía (16/11/2007).

Esta norma brinda una visión general de los sistemas fotovoltaicos (fv) terrestre, generadora de potencia y de los elementos funcionales que los constituye.

NTC 5627, Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. calificación del diseño y ensayos ambientales (29/10/2008).

La actual norma establece algunos requisitos para la clasificación del diseño, de los componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Se centra principalmente en componentes solares específicos tales como baterías, inversores (onduladores), controladores de carga, conjuntos de diodos, radiadores, limitadores de tensión, cajas de conexiones y dispositivos de rastreo del punto de máxima potencia, pero puede aplicarse a otros componentes complementarios del sistema.

Por otro lado se presenta la clasificación de los sistemas fotovoltaicos, basado en lo especificado por la norma NTC 2883 y NTC 5464.

La norma también muestra una secuencia de ensayos para determinar las características de funcionamiento de cada componente, como: inspección visual, ensayo de funcionamiento, de comportamiento, de aislamiento, exposición a la intemperie, vibración, choque, radiación ultravioleta, húmeda - congelación, entre otros.

3.3.7 Descripción física del territorio. (Zona de estudio)

La Ranchería Kamuchasain - Guajira está ubicada en la zona norte del país, con latitud de 11,55 y longitud -72.95, como se muestra en la Ilustración 25).

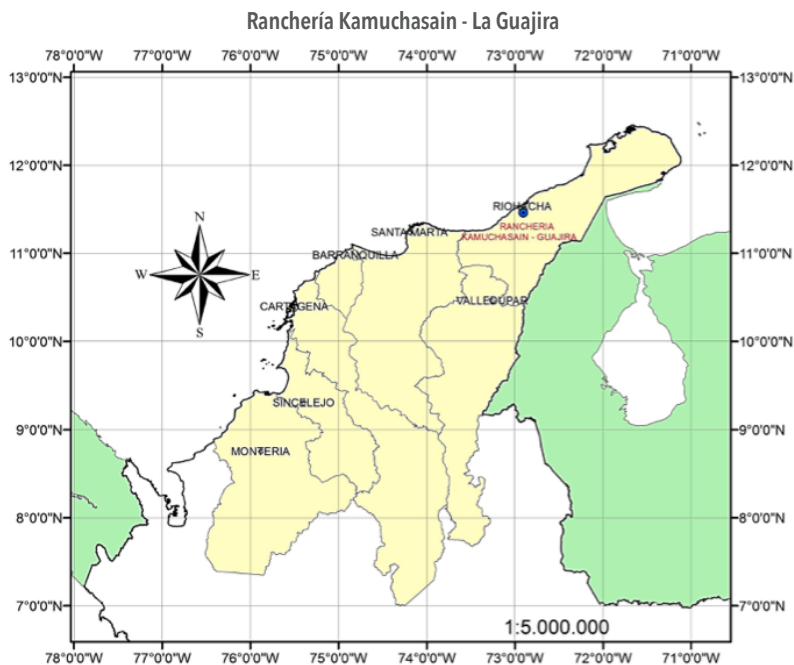


Ilustración 25. Ubicación Geográfica de Kamuchasain, Guajira.
Fuente: Elaborada por los autores

Aspectos Geográficos:

Relieve: Totalmente llano, aspecto desértico. La vegetación es xerófila predominando los cujíes, tunas y cardones Portillo C., (Clarac G. 1998).

Precipitaciones: Muy escasas, en el orden de los 700 mm anuales. Las precipitaciones máximas ocurren en octubre y mayo; las mínimas en febrero y marzo, con humedad relativa del 78%. (hidroven y om,2001).

Potencial Eólico: El área de la Guajira no sólo es el lugar más expuesto al viento de toda Venezuela, sino también de América Latina, prueba de esto son los promedios anuales que presenta:

- Velocidad media de los vientos: 8,75 m/s (31,5 KPH). Compárese esto con las granjas eólicas de E.U.A, que tienen una velocidad promedio de 6 a 7 m/s.
- Velocidad máxima de los vientos: 17,22 m/s (62 KPH).
- Dirección prevaleciente de los vientos: Este - Noreste.

Potencial Solar: Por tener un relieve totalmente llano y al estar ubicada cerca de la línea ecuatorial, prácticamente los rayos solares inciden perpendicularmente sobre la superficie, al existir pocas precipitaciones el cielo está despejado de nubes, por lo que se recibe un gran porcentaje de radiación solar directa:

- Intensidad de la Radiación: 6 KWh/m² (O'Neil F. 1960).
- Horas de Insolación: 2402 hr/año, lo que equivale a 7 hr/día.

3.3.8 Plan de desarrollo del departamento de la Guajira

Este resumen del Plan de desarrollo del Departamento de la Guajira 2012-2015 **“La Guajira Primero”** generado por la gobernación, incluye dentro de sus programas la Generación de Energía y la Electrificación Urbana y Rural.

Se constituye en un acuerdo de propósitos y apuestas, orientado a priorizar la inversión, y focalizar los recursos hacia los programas derivados de la visión integral de desarrollo, que reivindiquen los derechos de la población, que generen capacidades y oportunidades basadas en las potencialidades. Eso permitirá enfocarse más en la finalidad y en los resultados, que en los medios (los contratos y sus costos de transacción), con el fin de impactar los sectores sociales y grupos humanos en situación de pobreza, es decir, en aquellos que tienen limitada su autonomía (voz y poder) para el ejercicio de los derechos económicos, sociales y ambientales.

Planeación Departamental³⁵

Las iniciativas y los proyectos formulados fueron procesados y priorizados a partir de variables tales como facilidad e impacto. La facilidad, está relacionada con que las iniciativas cuenten con recursos, que estén en ejecución, tengan actores institucionales responsables y que puedan consolidarse o realizarse dentro del período de gobierno. El impacto, está relacionado con el tipo de población sujeto de atención o intervención, el impacto territorial y la dimensión estratégica de la iniciativa, es decir, si con ella se contribuye a lograr otros objetivos de desarrollo.

En la fase de formulación se adoptó la estructura propuesta por el Departamento Nacional de Planeación, ajustado a la perspectiva de los derechos, que en su dimensión territorial es compatible con las siguientes dimensiones, y que a su vez se relacionan en la Ilustración 26.

35 GOBERNACIÓN DE LA GUAJIRA Departamento Administrativo de Planeación, PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA 2012 - 2015 “La Guajira Primero” pag 24

- **Poblacional:** contempla las dinámicas demográficas, como los patrones de reproducción, mortalidad, morbilidad, movilización, crecimiento, estructura y distribución de la población en el territorio.
- **Económica:** desarrolla la capacidad de transformación productiva y generación de valor agregado, competitividad, economía solidaria e incluyente, sistemas productivos. (agropecuario, minería, turismo, empresarial).
- **Ambiental (natural y construida):** la natural, incluye la gestión del riesgo, la base ambiental, el uso sostenible de los recursos. La construida, corresponde a infraestructuras, servicios y equipamientos.
- **Política - Administrativa:** que en su relación con lo institucional, contempla lo referente al gobierno multinivel, asociatividad, articulación público - privada, participación comunitaria, gestión pública, planeación estratégica, seguridad y justicia.

Dimensiones del Plan de Desarrollo en Perspectiva de los Derechos

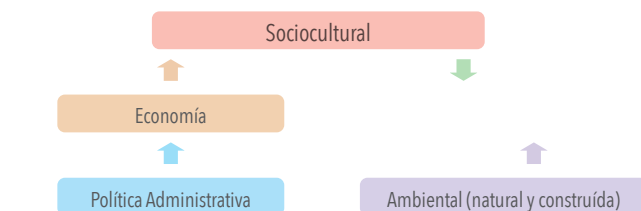


Ilustración 26. Dimensiones del Plan de Desarrollo en Perspectiva de los Derechos.
Fuente: Plan de desarrollo Guajira

3.3.9 Identificación de problemas

Esta identificación se hizo con la realización de encuestas y observación directa en la comunidad y el análisis de esta se sintetiza en la Tabla 32. Otro fin tuvo como objetivo la apropiación conceptual de las Fuentes No Convencionales de Energía.

PROBLEMAS	CAUSAS	CONSECUENCIAS
Bajo nivel de fluido eléctrico en Kamuchasain - Guajira.	Desaprovechamiento de recursos energético abundantes como el sol	Poca iluminación en horas nocturnas
	Poca gestión del gobierno local y nacional	Baja calidad de vida
	Poco interés por la región	Imposibilidad de utilizar equipos y herramientas eléctricas.
Deterioro de la Economía	Bajo nivel de energía eléctrica para el uso de equipos y utilización adecuada del agua para la agricultura y ganadería	Escasez de alimentos
		Muerte de animales
		Escasez de ingresos económicos

Tabla 32. Resumen de problemas principales, causas y consecuencias de la población de Isla Grande Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

Con esta observación se puede generar el siguiente análisis utilizando la Metodología del Marco Lógico (MML).

3.3.9.1 Planteamiento del problema

El problema se fundamenta en el desaprovechamiento del recurso solar para la iluminación de la comunidad, esto se expresa en la ilustración 27 con el análisis general por medio de la metodología ZOPP de la GTZ (Alemania).

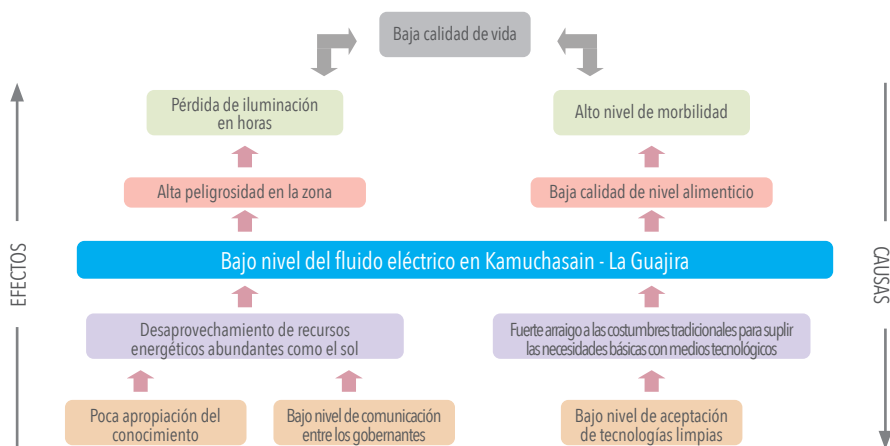


Ilustración 27. ADP de Kamuchasain - Guajira.

Fuente: Elaborada por los autores

3.3.9.2 Planteamiento de los objetivos

En consecuencia se obtiene el árbol de objetivos expresado en la Ilustración 28 éste representa de manera positiva el problema encontrado, teniendo en cuenta las causas y los efectos que relacionan el problema central.

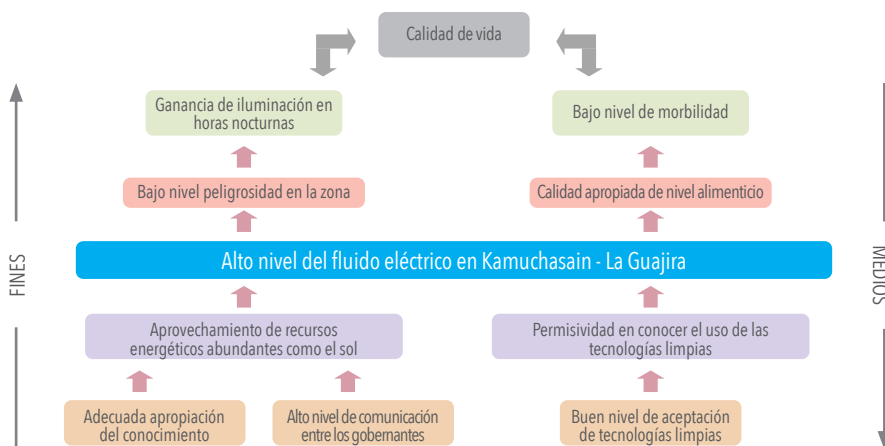


Ilustración 28. ADO La ranchería de Kamuchasain - Guajira.
Fuente: Elaboración propia

3.3.9.3 Análisis de los participantes

En cuanto a este análisis, indicado en la Tabla 33, se evidencia la relación que existe entre cada uno de ellos y la situación tratada, y que permite esclarecer la importancia de la comunicación entre sí.

PARTICIPANTES	INTERESES	APORTES	LIMITANTES
Habitantes de la ranchería de Kamuchasain - Guajira	Satisfacer las necesidades básicas con tecnologías apropiadas.	Flexibilidad en el acceso y comunicación con los ejecutores del proyecto.	Aislamiento geográfico. Lenguas distintas.
Investigadores	Aportar soluciones a la comunidad vulnerables basadas en el conocimiento tecnológico ambiental.	Cognitivo	- Recursos financieros limitados - Tiempo disponible limitado
Gobierno	Tener una herramienta (BPP) ³⁶ que permita ejecutar los proyectos de mayor impacto.	Financieros	- Burocracia - Poco personal interesado en el tema

Tabla 33. Análisis de los participantes de la ranchería de Kamuchasain - Guajira.
Fuente: Elaborada por los autores

Continuando con el EML se procede a elaborar la MML, como se muestra en la Tabla 34.

3.3.9.4 MML de la ranhería de Kamuchasain – Guajira

Resumen Narrativo de Objetivos	Enunciado	Indicadores Objetivos Verificación	Medios de Verificación	Supuestos
FIN	Calidad de vida de la ranhería de Kamuchasain – Guajira			
PROPÓSITO	Alto nivel de fluido eléctrico en Kamuchasain – Guajira.	Iluminación actual/ Iluminación disponible	Observación y medición continúa.	
COMPONENTES	1. Adecuada apropiación del conocimiento. 2. Alto nivel de comunicación entre las gobernaciones. 3. Buen nivel de aceptación de tecnologías limpias.	1. Encuestas realizadas / Encuestas elaboradas. 2. Reuniones asistidas/ Reuniones planificadas. 3. Índice de avance de apropiación del conocimiento.	Reportes mensuales de las actividades relacionadas con el proyecto y la comunidad	Los habitantes de la comunidad acuden regularmente a las actividades que se les ofrecen en el programa
ACTIVIDADES	1. Etapa de socialización de cartillas pedagógicas de FNCE. 2. Planteamiento de propuestas de proyectos coherentes con la necesidad de la comunidad hacia entes gubernamentales. 3. Etapa de formulación de perfiles para cada proyecto. 4. Charlas semanales a la comunidad sobre tecnologías limpias y apropiadas para dar solución a la situación actual.	1. Talleres asistidos / talleres convocados. 2. Proyectos enfocados/ Proyectos generales 3. Seguimiento semanal de las actividades. 4. Charlas asistidas / Charlas convocadas	Reportes mensuales de las actividades de avance.	1. Los entes financiadores continúan apoyando con recursos el programa para su continuidad 2. Los habitantes de la comunidad acuden regularmente a las actividades que se les ofrecen en el programa

Tabla 34. Matriz de Marco Lógico.
Fuente: Elaborada por los autores

3.3.10 Aplicación del despliegue de la función calidad (QFD)

1. Paso **Fijación del objetivo.**

Aprovechar estratégicamente el recurso solar, para la generación de energía eléctrica en los puntos de alta radiación la comunidad de **Kamuchasain**, mejorando la calidad de vida de esta comunidad.

2. Paso **Establecimiento de la lista de “Qués”**

- Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica.
- Sistemas fotovoltaicos móviles.

- Generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado.

3. Paso **Asignar coeficientes de peso a los “Qués”**

A partir de la ecuación 5 se asigna asignación del peso de los “Qués”(J. Osorio Gòmez, Fuzzy 2011).

$Peso_{que} = \{w_i, \text{donde } i = 1, \dots, q\}$

$$w_i = \frac{1}{n} \otimes (w_{i1} \oplus w_{i2} \oplus \dots \oplus w_{in}) \quad (5)$$

Donde q es el número de “Qués” y n el número de miembros del equipo multidisciplinario.

NIVEL DE IMPORTANCIA	VARIABLES LINGÜÍSTICAS	ESCALA
Alto	A	(7,8,9)
Medio	M	(4,5,6)
Bajo	B	(1,2,3)

Tabla 35. Variables lingüísticas para la calificación.
Fuente: Elaborada por los autores propia

Para el primer “Qués” (Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica) se tiene la matriz mostrada en la Tabla 36, la cual muestra el resultado cualitativo de la opinión de los expertos.

	Experto #1	Experto #2	Experto #3
Q U	A	A	A
É	B	M	B
S	B	B	B

Tabla 36. Variables lingüísticas aplicadas Kamuchasain Guajira.
Fuente: Elaborada por los autores

Los resultados para el proyecto Kamuchasain, Guajira, se obtuvieron en este caso con los valores de $q = 3$ y $n = 3$. Se procede a continuación a ilustrar el cálculo del peso definitivo para el criterio suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica .

PESO **Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica**, PESO Sif

$$\text{PESO Sif} = \frac{1}{3} * [(7,8,9) + (7,8,9) + (7,8,9)]$$

$$\text{PESO Sif} = \frac{1}{3} * [(7+7+7), (8+8+8), (9+9+9)]$$

$$\text{PESO Sif} = \frac{1}{3} * [(21), (24), (27)]$$

$$\text{PESO Sif} = (7, 8,9)$$

Este mismo cálculo³⁷ se realiza para sistemas fotovoltaicos móviles, generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico-fotovoltaico aislado, en el que se obtienen (7, 7,8) y (1, 2,3) pesos respectivamente para cada “Qués”, como se muestra en la Tabla 37.

	Experto #1	Experto #2	Experto #3
Q Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica.	7	8	9
É Sistemas fotovoltaicos móviles	7	7	8
S Generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado	1	2	3

Tabla 37. Variables numéricas Kamuchasain Guajira.
Fuente: Elaborada por los autores

4. Paso **Evaluación de los productos o servicios ofertados por la competencia**

No existe competencia en la formulación del proyecto, a raíz de que es un trabajo en conjunto con varias entidades académicas y gubernamentales.

5. Paso **Establecimiento de “cómo” con los que se pueden satisfacer los “Qués” fijados anteriormente.**

- Grupo multidisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades. **GM**³⁸
- Gestionar con los líderes de la comunidad. **GL**

37 Estos cálculos corresponden a la suma y multiplicación de números difusos triangulares, Lazzari L; Machado E; Pérez R. Teoría de decisión fuzzy 1ª edición. Ed. Macchi. Buenos Aires, Argentina, 1998.

38 Se hace abreviatura para el grafico de la casa en la matriz de QFD

- Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región. **RG**
- Gestionar los recursos con las entidades encargadas. **GR**

6. Paso **Análisis de los "Cómo"**.

Para determinar el impacto total de cada "Como" sobre cada "Que", consolidando las opiniones de los miembros del equipo multidisciplinario, se aplica la 6 (J. Osorio Gòmez, Fuzzy 2011).

$$\text{Correlación} = \left\{ r_{ij}, \text{donde } i = 1, \dots, q \text{ y } j = 1, \dots, c \right\}$$

$$r_{ij} = \frac{1}{n} \otimes (r_{ij1} \oplus r_{ij2} \oplus \dots \oplus r_{ijn}), \quad (6)$$

donde I: "EXPERTOS", los cuales son 3; y J: "como", son 4.

7. Paso **Establecimiento de la matriz de relaciones entre "Qué" y "Cómo"**

Para el desarrollo de este paso se tiene la matriz que se presenta en la Tabla 38, la cual permitirá el desarrollo de las matrices de correlación.





Correlación	
	Correlación fuerte Ambos criterios se mueven en el mismo sentido
	Correlación media
	Correlación baja Los criterios se mueven en sentido contrario
	Correlación nula

Tabla 38. Escala de Calificación de Matriz de Correlación de variables externas
Fuente: Elaborada por los autores.

A continuación, se desarrolla la matriz de correlación "Qué" y "Cómo" mostrada en la Tabla 39, teniendo en cuenta criterios cualitativos, y de manera alterna se desarrolla la matriz cuantitativa donde c es el número de "Cómo" y q y n ya fueron mencionadas. En el caso específico, $c = 4$.

"COMOS"		Grupo interdisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades				Gestionar con los líderes de la comunidad			Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región			Gestionar los recursos con las entidades encargadas		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
Q U E S	Expertos													
	Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica.	A	A	A	M	A	M	M	A	A	A	M	A	
	Sistemas fotovoltaicos móviles.	A	M	A	M	M	A	B	M	B	B	B	A	
	Generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado.	M	A	M	A	M	M	A	B	M	M	B	M	

Tabla 39. Correlación cualitativa de "Ques" y "Cómos" del proyecto en la comunidad de Kamuchasain – Guajira.
Fuente: Elaborada por los autores

En la Tabla 40 se muestra la ponderación numérica la cual es correspondiente con la Tabla 39, permitiendo corresponder numéricamente con la apreciación cualitativa de cada experto.

"COMOS"		Grupo interdisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades	Gestionar con los líderes de la comunidad	Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región	Gestionar los recursos con las entidades encargadas	
						Expertos
Q U E S	Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica.		7,8,9	5,6,7	5,7,8	6,7,8
	Sistemas fotovoltaicos móviles.		5,7,8	5,6,8	2,3,4	2,3,4
	Generación de energía mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado.		5,6,7	4,5,6	6,7,8	4,5,6

Tabla 40. Correlación cuantitativa de "Ques" y "Comos" del proyecto en la comunidad de Kamuchasain – Guajira.
Fuente: Elaborada por los autores

Por medio de las diferentes matrices y análisis se pudo obtener la Ilustración 29 de esta manera la casa de la calidad la cual es uno de principales aporte de este libro y el resultado de la aplicación de la metodología QFD

3.3.11 Esquema de la matriz QFD para proyecto en la ranchería de Kamuchasain –Guajira

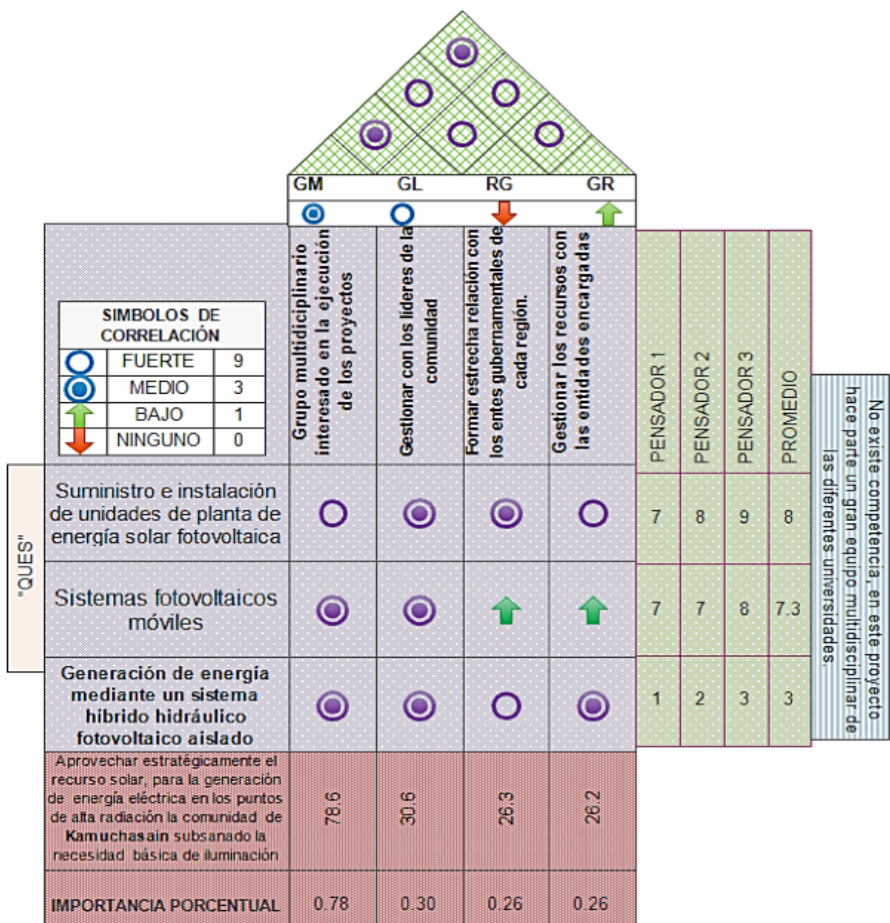


Ilustración 29. Esquema de la matriz QFD para proyecto en la ranchería de Kamuchasain Guajira.
Fuente: Elaborada por los autores

3.3.12. Diagrama de causa-efecto / espina de pescado

La Ilustración 30 muestra de manera puntual la problemática encontrada en la comunidad, las posibles causas correlacionadas a factores predefinidos o 5P.

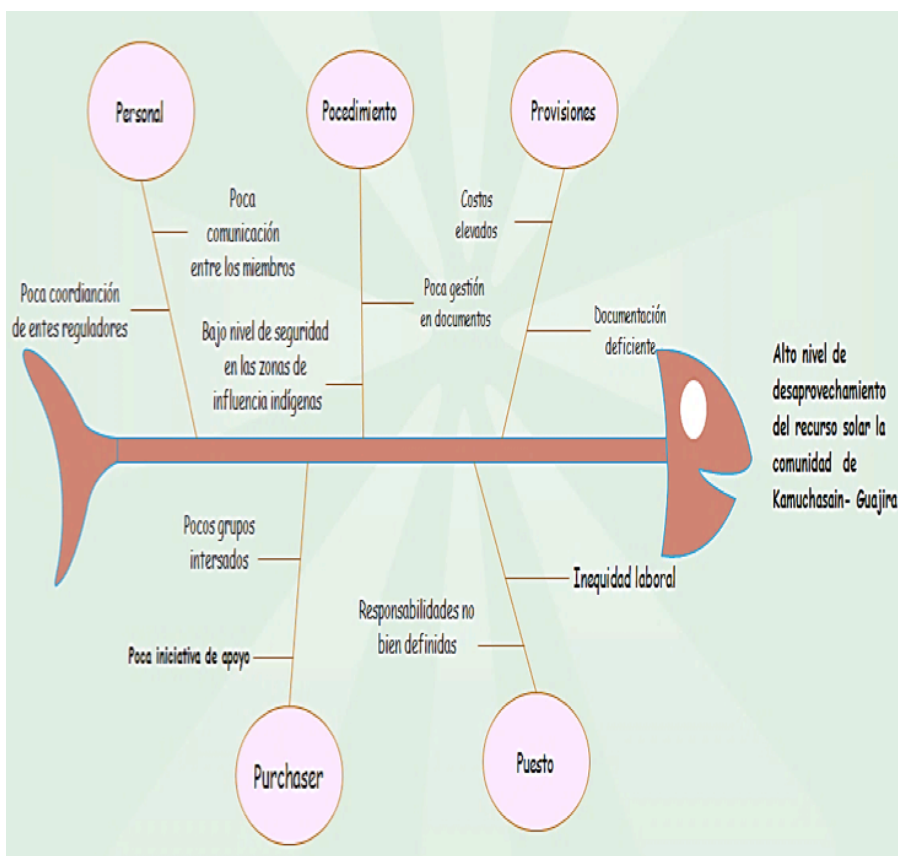


Ilustración 30. Diagrama de causa-efecto / espina de pescado.
Fuente: Elaborada por los autores

3.4 Proyecto 4: Sistema híbrido (eólico y solar) generación de energía en el caserío de Barrigón-Atlántico

3.4.1 Propósito del proyecto

El propósito del presente proyecto es evaluar y aprovechar para fines de generación de energía, los recursos que la zona presenta (sol y viento), esto a través de la estructuración de un sistema híbrido (eólico y solar), en la comunidad de Barrigón-Atlántico, población con dificultades socioeconómicas y ausencia de servicios energéticos. Esta región dispone de una radiación solar global promedio anual comprendida entre 900 W/m² a 1104 W/m² a una altura de ocho metros para atmosferas extremadamente limpia y muy turbia, respectivamente,

y una densidad de potencia eólica de 96-112 W/m² a ochenta 80 W/m²³⁹ (M. Vanegas , E. Villicaña, L. Arrieta,2015) , lo cual hace que este tipo de proyectos sean prioritarios para la región Caribe Colombiana.

3.4.2 Introducción

Debido a los múltiples beneficios y la disminución de sus costos, la electrificación rural usando FRE (Fuentes Renovables de Energía), se ha convertido en una de las opciones más atractivas para acometer esta tarea (Barnes, 2011). El recurso solar se considera con un gran potencial de explotación en la mayoría de las regiones de nuestro planeta (Anthony, 2007), junto con el recurso eólico.

Desde tiempos atrás, el viento ha sido una de las fuentes de energía más utilizada por el hombre. Desde el siglo XIII, los molinos de eje horizontal se consideraban importantes en la economía rural, y sólo entraron en desuso con la llegada de los combustibles fósiles y la electrificación rural.

El uso de molinos de viento para generar electricidad se remonta a finales del siglo XIX con un aerogenerador de 12 kW CD construido por Charles F. Brush en EE. UU, investigación realizada por Poul La Cour en Dinamarca. Sin embargo, en gran parte del siglo XX hubo poco interés en el aprovechamiento de energía eólica, con excepción de su aplicación para cargar baterías y uso en viviendas alejadas; esto fue sustituido rápidamente una vez el acceso a la red eléctrica se expandió. Posteriormente, aparece la turbina de 1250 kW construida por Smith-Putnam en los EE. UU en 1941, la cual se caracterizó por su un rotor de acero 45 con un diámetro de 53 m. El diseño de Putnam se basó en un rotor a sotavento⁴⁰ con regulación variable de ángulo de paso, su diseño era totalmente diferente a los creados por estas épocas. Aunque la turbina de Putnam no fue la más exitosa debido a que una de las palas falló catastróficamente en 1945, seguía siendo la turbina de viento más grande construida durante los siguientes 40 años⁴¹, sin embargo se siguió utilizando turbinas eólicas para la generación de electricidad. En la Tabla 41 se reflejan datos históricos de turbinas eólicas.

39 Datos obtenido de investigación, M. Vanegas , E. Villicaña, L. Arrieta, "Quantification and characterization of solar radiation at the department of La Guajira-Colombia by calculating atmospheric transmissivity", Prospect, Vol 13, Nic transmis 2015.

40 Sotavento: Detrás del viento.

41 BURTON, Tony y otros. Wind energy: handbook. England: John Wiley & Sons, 2002. p.2.

Turbina y País	Diámetro (m)	Área de barrido (m ²)	Potencia específica (kW/ m ²)	Potencia (kW)	# de palas	Altura de la torre (m)	Fecha de Servicio
Poul LaCour, Dinamarca	23	408	18	0.04	4	—	1991
Smith Putnam, Estados Unidos	53	2231	1250	0.56	2	34	1941
F. L. Smidth, Dinamarca	17	237	50	0.21	3	24	1941
F. L. Smidth, Dinamarca	24	456	70	0.15	3	24	1942
Gedser, Dinamarca	24	452	200	0.44	3	25	1957
Hutter, Alemania	34	908	100	0.11	2	22	1957

Tabla 41. Datos históricos de turbinas eólicas.

Fuente: ACKERMANN, Thomas. Wind power in power systems. England: John Wiley & Sons, 2005. p.8.

Según la AWEA⁴², a finales de 2003 se contaba a nivel mundial con una cantidad de energía generada mediante turbinas eólicas de 39.341 MW y sólo durante ese año el crecimiento porcentual fue del 26% (GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC); 2009.). Es importante resaltar que para países en donde la generación y atención de la demanda se fundamenta en hidroelectricidad, no es necesaria la implementación de otras energías limpias, pero si, al momento de implementar un proyecto en su evaluación económica, se incorporan los costos e impactos de las emisiones de carbono; en todos los casos serían más competitivas las fuentes de energía limpia, incluso para el caso de sistemas híbridos eólico, afectaría la decisión de periodos de generación menores con plantas que funcionen con energías limpias.

En el caso de Colombia, los resultados del Atlas de Viento, indican que en algunas regiones prevalecen vientos con intensidades de 5 m/s medidos a 10m de altura, siendo mayores en algunas épocas del año; situación favorable para la implementación de parques eólicos.

Los departamentos en Colombia donde se presenta mayor persistencia de la velocidad del viento son: la península de la Guajira (alcanzando velocidades alrededor de los 11 m/s), San Andrés y Providencia, Bolívar, y en algunos sectores de Boyacá y Santander. El resto del país presenta variaciones dentro del ciclo estacional⁴³.

⁴² American Wind Energy Association

⁴³ COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME). Atlas de viento y energía eólica de Colombia. Bogotá: El Autor, 2006. p.19.

Por otro lado, la energía solar puede ser aprovechada y transformada en energía en forma de calor o electricidad, conocidas como conversión fototérmica o térmica, y conversión fotovoltaica, respectivamente.

La conversión de la energía solar es ampliamente considerada como una de las más prometedoras tecnologías de energía renovable, la cual tiene el potencial para el suministro de electricidad a la población mundial.

La energía solar es captada en forma de radiación electromagnética, definida como la energía producida por reacciones nucleares al interior del sol, que son transmitidas en forma de ondas electromagnéticas a través del espacio. La energía solar fotovoltaica (FV) es la más difundida y en la actualidad es de gran uso en diferentes países del mundo.

La energía solar FV es el resultado de la unión de dos palabras, "foto", que significa luz, y "voltaico", que significa electricidad. "Tecnología fotovoltaica" es el término que se emplea para describir el sistema físico que convierte la energía solar en energía utilizable, generando electricidad a partir de radiación.

Por lo tanto, un sistema solar fotovoltaico no necesita luz solar brillante para funcionar. También puede generar electricidad en días nublados, debido a la reflexión de la luz solar. Los días ligeramente nublados pueden incluso hacer que se genere más energía que en los días con el cielo totalmente despejado⁴⁴.

Con respecto a los elementos de los sistemas conectados a la red, los módulos fotovoltaicos son los mismos que se emplean en instalaciones aisladas. Debido a que la energía producida es directamente integrada a la red, la diferencia fundamental de estas instalaciones radica en la ausencia de acumuladores (baterías) y reguladores de carga. Respecto al tipo de inversor empleado, normalmente se usan equipos de mayor potencia que incluyen controles de fases para adecuar la corriente alterna a la que circula por la red (RETSCREEN INTERNATIONAL, 2008). Por lo descrito anteriormente, se hace pertinente conocer los elementos de un sistema Fotovoltaico básico, como se muestra en la Ilustración 31.

⁴⁴ Ibid., p.15.

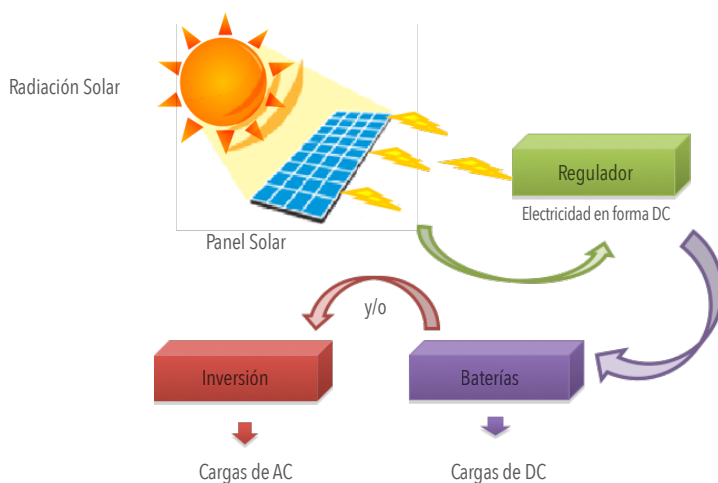


Ilustración 31. Elementos de un Sistema FV básico.

Fuente: SADOON SOLAR SALES. Solar & Wind Power Generation Products. Ohio: Autor, 2008.

Para muchas aplicaciones, la energía solar FV ofrece ventajas únicas sobre las fuentes convencionales de energía, por ejemplo, en regiones donde el acceso a la red es difícil y los costos de entrega de los combustibles son altos. La fiabilidad y el bajo mantenimiento que requieren los sistemas FV, ofrecen una solución muy competitiva a las necesidades energéticas (Retscreen International, 2008). Cabe destacar las ventajas que posee el aprovechamiento de la energía solar, mostradas en la Tabla 42.

Ventajas
No produce ruido, emisiones nocivas ni gases contaminantes
No consume combustible.
Sólo requiere un mantenimiento mínimo para garantizar el funcionamiento del sistema.
Resistente a condiciones climáticas extremas.
Tiene una vida útil superior a 20 años.
Se pueden incorporar nuevos módulos e instalar rápidamente en cualquier parte

Tabla 42. Ventajas de usar energía solar.

Fuente: Retscreen International, 2008

Es importante resaltar que en diciembre de 2008 se inauguró en Portugal, la mayor central de energía solar del mundo, en un área de 250 hectáreas, la cual consta de 262.000 paneles solares fotovoltaicos, con una capacidad instalada de 46.41 MW (Energías Renovables, 2009).

Aspectos medioambientales

La característica más importante de los sistemas solares FV es no producen emisiones de dióxido de carbono durante el funcionamiento. A pesar de que se producen emisiones indirectas en otras etapas del ciclo de vida, estas son significativamente más pequeñas que las emisiones que se evitan. No hay contaminación en forma de humos de escape o ruidos y el desmantelamiento de los sistemas no conlleva problemas. Aunque no hay emisiones de CO₂ durante el funcionamiento, se genera una pequeña cantidad durante la fase de producción.

3.4.3 Alcance

El desarrollo del proyecto beneficiará a familias de la comunidad del Caserío de Barrigón, Atlántico, permitiendo impulsar el desarrollo social y económico, a partir del aprovechamiento del potencial energético solar para la generación de energía eléctrica, e incentivando el desarrollo cultural y asociándose con las tecnologías limpias.

Esta investigación se realiza con el fin de determinar qué características deben cumplir los espacios donde se realizara el proyecto, analizando al detalle de las principales problemáticas de la comunidad de el Caserío de Barrigón Atlántico y así definir un campo de acción que permita impactar positivamente la comunidad, respetando sus costumbres sin sobrepasar los límites culturales.

3.4.4 Objetivos

Objetivo General.

Elaborar un sistema tipo isla que permita la generación de la energía eléctrica e iluminación para la comunidad, haciendo uso de las Fuentes No Convencionales de Energía.

Objetivos Específicos

- Analizar las características ambientales, sociales y geográficas de la comunidad de caserío de Barrigón-Atlántico con respecto a la capacidad de implementación de un sistema de generación energético fotovoltaico para uso en el sistema de alumbrado público.

- Obtener un estudio de eficiencia energética que permita determinar el alcance y cobertura del sistema fotovoltaico en el sistema de iluminación.
- Lograr un análisis técnico, ambiental y social con relación a la introducción del sistema fotovoltaico y su impacto en la comunidad (presente y futuro).

3.4.5 Hipótesis

¿Es factible Implementar un sistema híbrido (eólico y solar) en el caserío de Barrigón-Atlántico tipo isla que permita la generación de la energía eléctrica e iluminación para la comunidad haciendo uso de las Fuentes No Convencionales de Energía?

3.4.6 Marco referencial

En Colombia se aplica la NTC 2050 y las NTCS, desarrolladas por los comités técnicos No. 24 de ENERGIA SOLAR Y FV, y el comité No. 185 de ENERGIA EÓLICA.

En el comité técnico No. 24 se encuentra normalizado el campo de la energía solar en aplicaciones como: calentamiento de agua, procesos industriales, aire acondicionado y generación FV. Este comité fue creado en 1986 con el propósito de brindar productos y servicios de alta calidad y permitir su desarrollo como energía alternativa y ecológica.

Algunas NTCs elaboradas en el ámbito de la energía solar, son las siguientes:

NTC terminología:

NTC 1736, Energía solar. Definiciones y nomenclatura.

NTC 2775, Energía solar FV. Terminología y definiciones.

NTC medición de propiedades:

NTC 2631, Energía solar. Medición de transmitancia y reflectancia fotométricas en materiales sometidos a radiación solar.

NTNTC 5433, Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

En el comité técnico No. 185 se encuentra normalizado el campo de la energía eólica con sus diferentes aplicaciones. Aquí se encuentran las normas y guías técnicas colombianas en cuanto a esta tecnología.

GTC 172, Guía para generación de energía eléctrica. La mayoría de estas normas, se elaboraron con referentes internacionales como ISO-IEC.

La parte de seguridad eléctrica está definida por el RETIE, sin embargo para los demás componentes asociados a la energía FV y eólica, el mismo reglamento 198 indica de forma general que deben seguirse normativas específicas de modo que se garantice la seguridad del usuario final. Esto indicaría que de forma explícita se haría necesario utilizar las NTC's o normas internacionales pertinentes aplicables a los sistemas FV y eólicos, no señalados de forma implícita en el Retie

3.4.7 Descripción física del territorio. (Zona de estudio)

El Corregimiento de Barrigón está ubicado en la zona sureste del departamento del Atlántico, con latitud de 10.955 y longitud -74.24, como se muestra en la Ilustración 32.

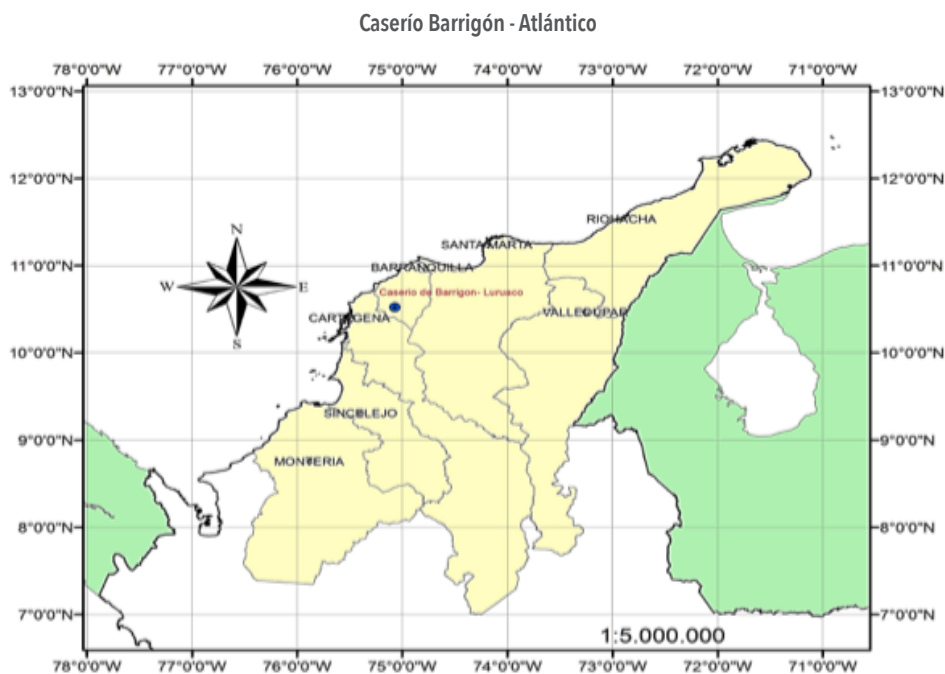


Ilustración 32. Ubicación Geográfica Barrigón-Atlántico
Fuente: Elaborada por los autores

3.4.8 Plan de desarrollo del departamento del Atlántico

El Plan de Desarrollo **“Por el Bien del Atlántico. Unidos, Todo se Puede Lograr”**, propone una inversión por valor de \$ 2.24 billones para los próximos cuatro años, los cuales están representados en tres ejes estratégicos, que contienen 42 programas, 129 subprogramas y 514 metas. Su financiamiento está programado en un 35,01% con recursos propios, Sistema General de Participación en 30,84%, Nación en 19,81%, Crédito en 7,26% y otros el 7,09%.

El Plan precisa además, un conjunto complementario de estrategias e iniciativas público privadas, que son importantes para contribuir al logro de una mayor competitividad, productividad e impacto social del Departamento, y que tienen como propósito promover una sinergia interinstitucional que facilite la atención de manera especial de cinco importantes acciones: trabajo conjunto con el Distrito de Barranquilla; fortalecimiento de la institucionalidad de la Universidad del Atlántico; Plan Soledad; gestión y acompañamiento a macro proyectos estratégicos; y un Plan de Turismo para el Atlántico. Estas iniciativas propenden por facilitar los procesos de construcción de toda la infraestructura que resulte indispensable para el fortalecimiento del comercio exterior del Departamento.

Plan de desarrollo municipal de Luruaco

“Para gobernar con todos”

Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) municipio de Luruaco

De acuerdo a los datos presentados por el Censo de 1993, el porcentaje de personas con necesidades básicas insatisfechas (NBI) en Luruaco era del 52.3%, por encima del promedio del departamento (31.5%) Para el año 2005 los resultados del Censo muestran que el porcentaje de personas con NBI disminuyó en sólo 1.8 puntos porcentuales, al pasar de 52.3% en 1993 a 50.5%.

Servicio de Energía Eléctrica.

El servicio de energía eléctrica es prestado por la Empresa Electricaribe S.A. y tiene una cobertura 95.1%, de acuerdo a información suministrada por la empresa. El servicio que se presta es deficiente con constantes racionamientos que afectan el normal desarrollo de las actividades económicas y sociales del municipio de Luruaco.

El problema de conexiones fraudulentas es una constante en el municipio, hay 4.539 viviendas que cuentan con el servicio de energía, lo que significa que existen 234 conexiones ilegales dentro del municipio.

Existe programa de normalización en área Urbana y Rural que benefician viviendas ubicadas en estrato I y II.

3.4.9 Identificación de problemas.

Para la identificación de los problemas fue necesaria la realización de encuestas las cuales se encuentran al respaldo de la cartilla que lleva por nombre Energía Renovable realizada por integrantes del Grupo Kaí. Esta cartilla se realizó con fines lúdico-pedagógicas, que permitieron la recopilación de información, para su posterior síntesis, la cual se muestra en la Tabla 43. Otro fin tuvo como objetivo la apropiación conceptual de las Fuentes No Convencionales de Energía.

PROBLEMAS	CAUSAS	CONSECUENCIAS
Bajo nivel de fluido eléctrico el caserío de Barrigón Atlántico	Desaprovechamiento de recursos energético abundantes como el sol.	Pérdida de iluminación en horas nocturnas
	Poca gestión del gobierno local y nacional.	Baja calidad de vida
	Poco interés por la región.	Imposibilidad de utilizar equipos y herramientas eléctricas.
Pérdida de disponibilidad de equipos de extracción de agua	Falta de un sistema de extracción de agua.	Deterioro de la salud de la población
		Muerte de animales
		Escasez de ingresos económicos

Tabla 43. Identificación de problemas y necesidades.
Fuente: Elaborada por los autores

Con esta observación se puede generar el siguiente análisis utilizando la Metodología del Marco Lógico (MML).

3.4.9.1 Planteamiento del problema

El problema radica en que existe un bajo nivel de fluido eléctrico el caserío de Barrigón Atlántico, como se expresa en la Ilustración 33, a raíz de esto del se realizó el análisis general del problema donde se utilizó la metodología ZOPP de la GTZ (Alemania).

3.4.9.2 Planteamiento de los objetivos

En consecuencia se obtiene el árbol de objetivos mostrado en la Ilustración 34 este representa de manera positiva el problema encontrado, teniendo en cuenta las causas y los efectos que relacionan el problema central.

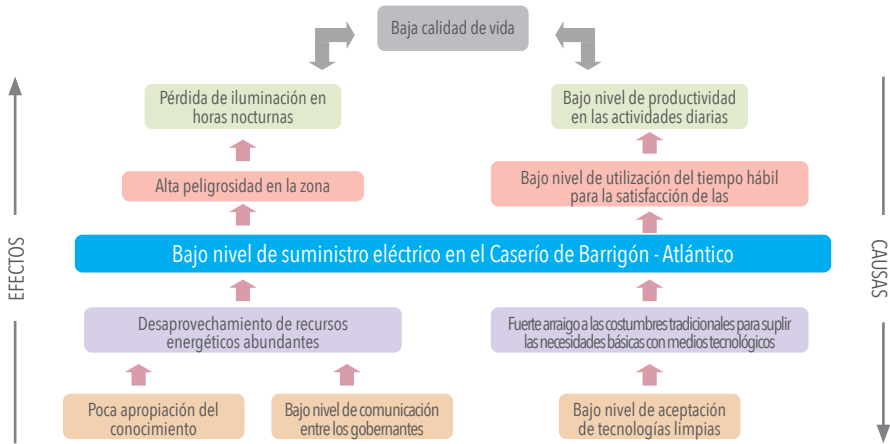


Ilustración 33. ADP Caserío de Barrigón Atlántico.
Fuente: Elaborada por los autores

PARTICIPANTES	INTERESES	APORTES	LIMITANTES
Habitantes Caserío de Barrigón Atlántico	Satisfacer las necesidades básicas con tecnologías apropiadas.	Flexibilidad en el acceso y comunicación con los ejecutores del proyecto.	Aislamiento geográfico. Lenguas distintas.
Investigadores	Aportar soluciones a la comunidad vulnerables basadas en el conocimiento tecnológico ambiental.	Cognitivo	- Recursos financieros limitados - Tiempo disponible limitado
Gobierno	Tener una herramienta (BPP) ⁴⁵ que permita ejecutar los proyectos de mayor impacto.	Financieros	- Burocracia - Poco personal interesado en el tema

Tabla 44. Análisis de los participantes Caserío de Barrigón Atlántico.
Fuente: Elaborada por los autores

3.4.9.3 Análisis de los participantes

En cuanto a este análisis indicado en la Tabla 44 se evidencia la relación que existe cada uno de ellos con la situación tratada, esto esclarece porque es importante la comunicación entre sí.

⁴⁵ Banco de Proyectos Prioritarios

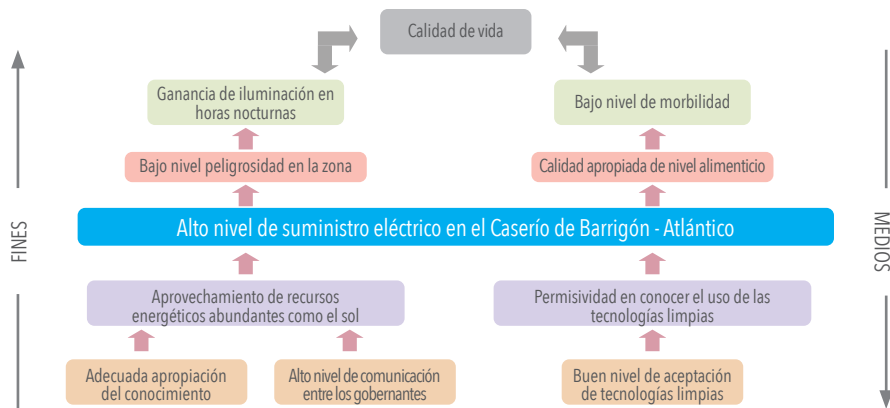


Ilustración 34. ADO Caserío de Barrigón Atlántico.

Fuente: Elaborada por los autores

3.4.9.4 MML Caserío de Barrigón Atlántico

Teniendo en cuenta el análisis realizado por medio de los gráficos se puede concluir la problemática global en la Tabla 45.

Resumen Narrativo de Objetivos	Enunciado	Indicadores Objetivos Verificación	Medios de Verificación	Supuestos
FIN	Calidad de vida Caserío de Barrigón Atlántico			
PROPÓSITO	Alto nivel de suministro eléctrico el caserío de Barrigón Atlántico	Iluminación actual/ Iluminación disponible	Observación y medición continúa.	
COMPONENTES	1. Adecuada apropiación del conocimiento. 2. Alto nivel de comunicación entre las gobernaciones. 3. Buen nivel de aceptación de tecnologías limpias.	1. Encuestas realizadas / Encuestas elaboradas. 2. Reuniones asistidas/ Reuniones planificadas. 3. Índice de avance de apropiación del conocimiento.	Reportes mensuales de las actividades relacionadas con el proyecto y la comunidad	Los habitantes de la comunidad acuden regularmente a las actividades que se les ofrecen en el programa
ACTIVIDADES	1. Etapa de socialización de cartillas pedagógicas de FNCE. 2. Planteamiento de propuestas de proyectos coherentes con la necesidad de la comunidad hacia entes gubernamentales. 3. Etapa de formulación de perfiles para cada proyecto. 4. Charlas semanales a la comunidad sobre tecnologías limpias y apropiadas para dar solución a la situación actual.	1. Talleres asistidos / talleres convocados. 2. Proyectos enfocados/ Proyectos generales 3. Seguimiento semanal de las actividades. 4. Charlas asistidas / Charlas convocadas	Reportes mensuales de las actividades de avance.	1. Los entes financiadores continúan apoyando con recursos el programa para su continuidad 2. Los habitantes de la comunidad acuden regularmente a las actividades que se les ofrecen en el programa

Tabla 45. Matriz de Marco Lógico.

Fuente: Elaborada por los autores

3.4.10 Aplicación despliegue de la función calidad (QFD)

Se hará el desglose del proyecto utilizando la metodología QFD paso a paso como lo plantea la metodología.

1. Paso: **Fijación del objetivo**

Estructurar un sistema de suministro de energía híbrido (eólica y solar), que cumpla con requisitos básicos para la comunidad de Barrigón Atlántico, un suministro confiable de energía, una durabilidad aceptable y que pueda satisfacer la demanda de los habitantes.

2. Paso : **Establecimiento de la lista de “Qués”**

- Generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos.
- Sistemas fotovoltaicos móviles para la generación de electricidad. Sistema de suministro de energía híbrido (eólica y solar).

3. Paso : **Asignar coeficientes de peso a los “Qués”**

Para la asignación del peso de los “Qués”, se realiza a partir de la ecuación 6.

$Peso_{que} = \{w_i, \text{donde } i = 1, \dots, q\}$,

$$w_i = \frac{1}{n} \otimes (w_{i1} \oplus w_{i2} \oplus \dots \oplus w_{in}), \quad (6)$$

donde q es el número de “Qués” y n el número de miembros del equipo multidisciplinario. En la Tabla 46 se pueden observar las variables para la calificación.

NIVEL DE IMPORTANCIA	VARIABLES LINGÜÍSTICAS	ESCALA
Alto	A	(7,8,9)
Medio	M	(4,5,6)
Bajo	B	(1,2,3)

Tabla 46. Variables lingüísticas para la calificación.
Fuente: Elaborada por los autores

Para el primer “Qués” (Generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos) se tiene la siguiente matriz el cual muestra el resultado cualitativo de la opinión de los expertos se tiene la matriz que se presenta en la Tabla 47, la cual muestra el resultado cualitativo de la opinión de los expertos.

	Experto #1	Experto #2	Experto #3	
Q U	Generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos.	M	M	B
É S	Sistemas fotovoltaicos móviles para la generación de electricidad.	B	B	B
	Sistema de suministro de energía híbrido (eólica y solar).	A	A	M

Tabla 47. Variables lingüística Barrigón Atlántico.
Fuente: Elaborada por los autores

En este caso, $q = 3$ y $n = 3$. Se procede a continuación a realizar el cálculo del peso definitivo **Generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos** como ejemplo y que este mismo procedimiento se realiza para los demás "Qués".

PESO **Generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos**, PESO Gesf

$$\text{PESO Gesf} = \frac{1}{3} * (4,5,6) + (4,5,6) + (1,2,3)$$

$$\text{PESO Gesf} = \frac{1}{3} * (4+4+1), (5+5+2), (6+6+3)$$

$$\text{PESO Gesf} = \frac{1}{3} * (9), (12), (15)$$

$$\text{PESO Gesf} = (3, 4, 5)$$

	Experto #1	Experto #2	Experto #3	
Q U	Generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos	3	4	5
É S	Sistemas fotovoltaicos móviles para la generación de electricidad	1	2	3
	Sistema de suministro de energía híbrido (eólica y solar).	5	6	7

Tabla 48. Variables numéricas Barrigón Atlántico.
Fuente: Elaborada por los autores

4. Paso. **Evaluación de los productos o servicios ofertados por la competencia.**

En este caso no se tiene competidores ya que es un proyecto que va de la mano con ideas emprendedoras de estudiantes, ingenieros, docentes y todo el cuerpo de recursos humanos que comprende la idea de abarcar las energías renovables en conjunto con las comunidades indígenas, además este proyecto es uno de los objetivos de Colciencias para el eficiente y eficaz uso de los recursos renovables, por tanto el equipo comprende un conjunto de universidades que están aportando a la planificación de estos proyectos.

5. Paso **Establecimiento de “cómo” con los que se pueden satisfacer los “Qué” fijados anteriormente.**

- Grupo multidisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades. **GM**⁴⁶
- Gestionar con los líderes de la comunidad. **GL**
- Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región. **RG**
- Gestionar los recursos con las entidades encargadas. **GR**

6. Paso **Análisis de los “cómo”.**

Para determinar el impacto total de cada “Como” sobre cada “Que”, consolidando las opiniones de los miembros del equipo multidisciplinario, se aplica la ecuación 7.

$$\text{Correlación} = \left\{ \begin{matrix} r_{ij}, \text{ donde } i = 1, \dots, q \text{ y} \\ j = 1, \dots, c \end{matrix} \right\}$$

$$r_{ij} = \frac{1}{n} \otimes (r_{ij1} \oplus r_{ij2} \oplus \dots \oplus r_{ijn}), \quad (7)$$

donde I: “Expertos”, los cuales son 3 y J: “Como”, son 4.

7. Establecimiento de la matriz de relaciones entre “Qué” y “Cómo”

Para el desarrollo de este paso se tiene la matriz presentada en la Tabla 49, la cual permitirá el desarrollo de las matrices de correlación.

Correlación	
	Correlación fuerte Ambos criterios se mueven en el mismo sentido
	Correlación media
	Correlación baja Los criterios se mueven en sentido contrario
	Correlación nula

Tabla 49. Escala de Calificación de Matriz de Correlación de variables externas.
Fuente: Elaborada por los autores

A continuación se desarrolla la matriz de correlación “Qué” y “Cómo”, mostrada en la Tabla 50, teniendo en cuenta criterios cualitativos, y de manera alterna se desarrolla la matriz cuantitativa.

⁴⁶ Se hace abreviatura para el gráfico de la casa en la matriz de QFD

"COMOS"		Grupo interdisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades				Gestionar con los líderes de la comunidad			Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región			Gestionar los recursos con las entidades encargadas		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
Q U E S	Expertos													
	Generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos	M	M	M	B	M	M	M	M	B	B	B	M	
	Sistemas fotovoltaicos móviles para la generación de electricidad.	B	M	B	M	M	B	B	M	M	B	B	M	
	Sistema de suministro de energía híbrido (eólica y solar).	M	A	M	A	M	A	A	A	M	A	A	M	

Tabla 50. Correlación cualitativa de "Qués" y "Cómos" del proyecto en la comunidad de Barrigón Atlántico.
Fuente: Elaborada por los autores

A continuación se muestra la Tabla 51, que describe la ponderación numérica correspondiente con la Tabla 50.

"COMOS"		Grupo interdisciplinario interesado en la ejecución de proyectos prioritarios en comunidades			Gestionar con los líderes de la comunidad		Formar estrecha relación con los entes gubernamentales de cada región		Gestionar los recursos con las entidades encargadas	
		rji			rji		rji		rji	
Q U E S	Expertos	rji			rji		rji		rji	
	Generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos	5,5,6			3,4,5		3,4,5		2,3,4	
	Sistemas fotovoltaicos móviles para la generación de electricidad.	2,3,4			3,4,5		3,4,5		2,3,4	
	Sistema de suministro de energía híbrido (eólica y solar).	5,6,7			7,8,9		7,8,9		7,8,9	

Tabla 51. Correlación cunitativa de "Ques" y "Comos del proyecto en la comunidad de Barrigón Atlántico.
Fuente: Elaborada por los autores

3.4.11 Esquema de la matriz QFD para proyecto en el caserío de Barrigón Atlántico

En la ilustración se muestra “La casa de la calidad”, recopilando la información de las matrices anteriores.

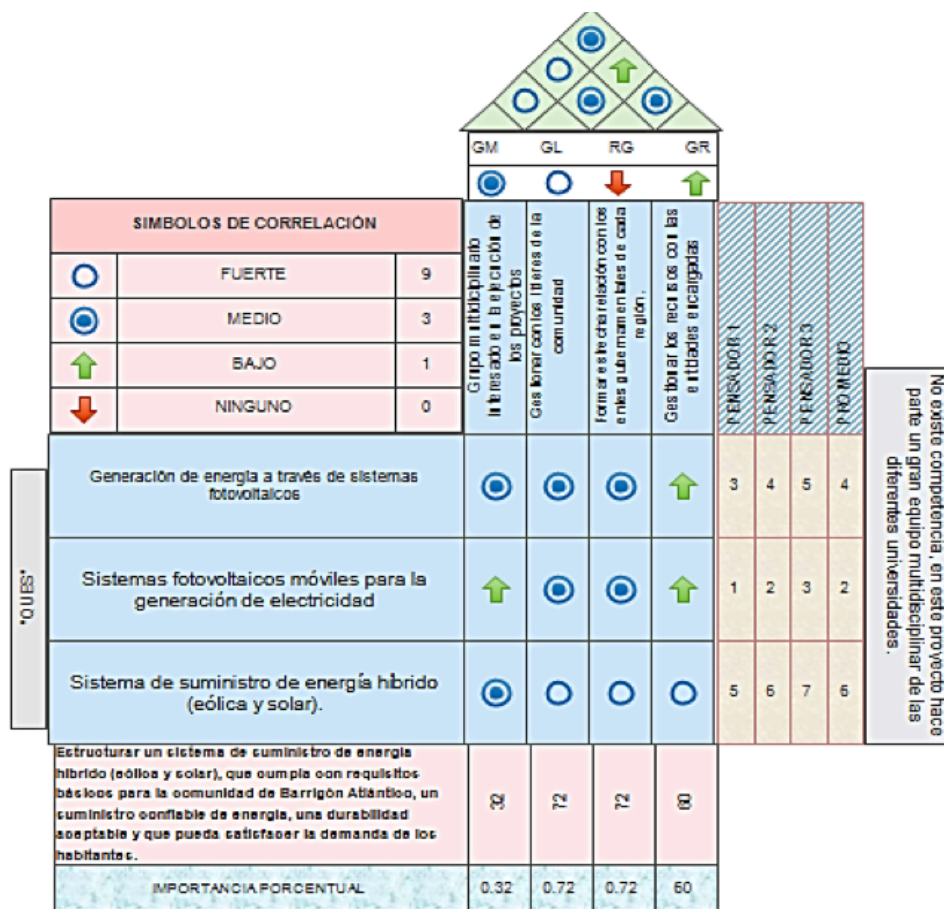


Ilustración 35. Esquema de la matriz QFD para proyecto en el caserío de Barrigón Atlántico.

Fuente: Elaborada por los autores

3.4.12 Diagrama de causa-efecto / espina de pescado

La Ilustración 36 muestra de manera puntual la problemática encontrada en la comunidad, las posibles causas correlacionadas a factores predefinidos o 5P.

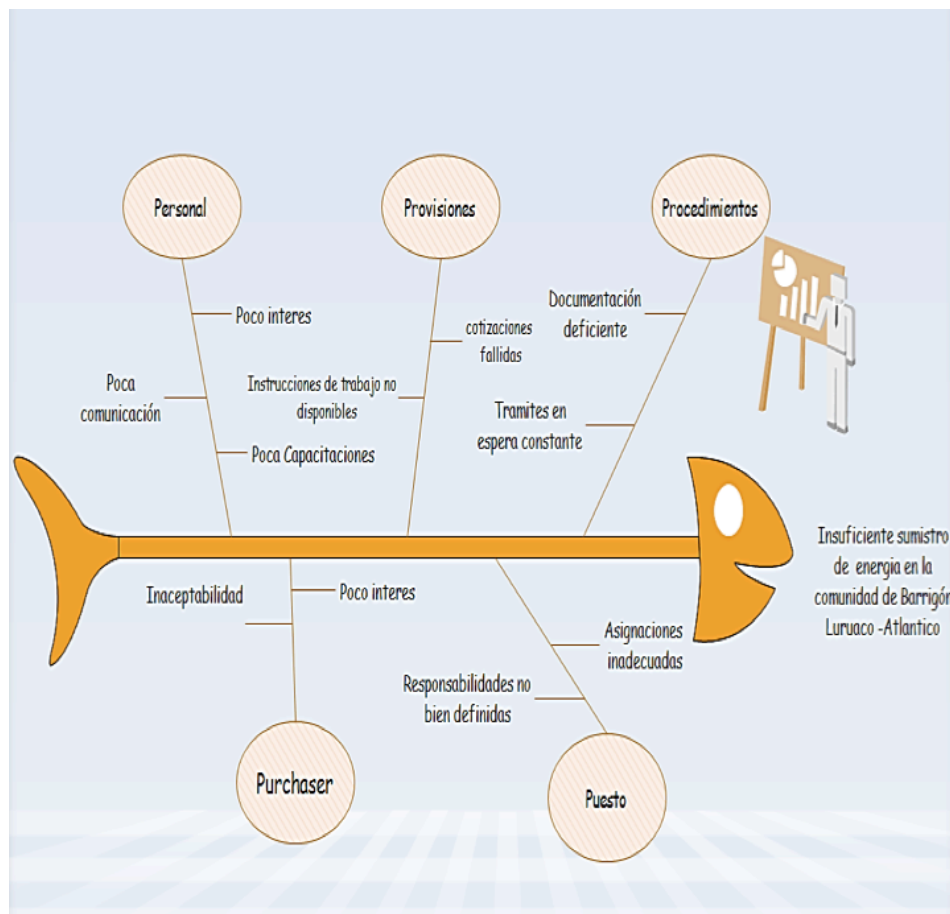


Ilustración 36. Diagrama de causa-efecto / espina de pescado.
Fuente: Elaborada por los autores

4. RESULTADOS

Para dar cumplimiento al objetivo general es necesario el desarrollo y cumplimiento de los objetivos específicos. Para esto se diseñaron y realizaron encuestas para cada una de las comunidades, las cuales se encuentra al respaldo de la cartilla, con el objetivo de capacitar a las comunidades sobre el uso de las Fuentes No Convencionales de Energía, además fue posible determinar el nivel de apropiación conceptual de las energías renovables de cada uno de los habitantes. La realización de esta actividad fue posible gracias al contacto con los líderes de cada comunidad y el personal de apoyo que facilito esta comunicación.

La aplicación de encuestas y de la metodología de despliegue de la función de calidad permitió seleccionar y priorizar las alternativas que satisfacen dichos problemas y necesidades energéticas de las comunidades, teniendo en cuenta las políticas gubernamentales contempladas en el Plan de Desarrollo Nacional. El resultado de la aplicación de la metodología QFD es la selección del proyecto prioritario correspondiente de acuerdo a las necesidades, abarcando las dificultades o restricciones. Este resultado se presenta en modo gráfico, utilizando la casa de la calidad como ilustración del resultado específico y contribuyendo al entregable general, además fue posible definir la competitividad técnica en cuanto a los recursos que son necesarios para la ejecución del proyecto. Se ponderaron acciones, que permitieron la identificación de la correlación de recursos-necesidades para así dejar en concreto el objetivo de cada proyecto.

En cuanto a la formulación de perfiles de situación para cada proyecto seleccionado, se tuvieron en cuenta criterios sociales, número de la población beneficiada, población objetivo, etc. Además se plasmó en tabla la información que compete a cada comunidad.

Como resultado global, se tienen los perfiles de los proyectos, los cuales fueron elaborados atendiendo a criterios económicos, número de la población beneficiada, población objetivo, relación causa - efecto (método Diagrama de Ishikawa), situación actual y esperada, objetivos y metas, los cuales están representados y sintetizados en la Tabla 52, Tabla 53, Tabla 54 y Tabla 55. Además se obtuvo la formulación del plan de acción permitiendo así el planteamiento y ejecución de las actividades realizadas en proceso.

4.1 Generación de iluminación mediante aprovechamiento de energía solar en el municipio de Guacochito en el departamento del Cesar.

Proyecto	Generación de iluminación mediante aprovechamiento de energía solar en el municipio de Guacochito en el departamento del Cesar
Coherencia del Proyecto	El Plan de desarrollo "Prosperidad para Todos", del Presidente Juan Manuel Santos, destaca el Enfoque de la política de ciencia, tecnología e innovación en el sentido de que "... el desarrollo productivo reconoce la innovación como un resultado de la incorporación de conocimiento a la actividad productiva y su correspondiente aceptación por parte del mercado.
Objetivo	Asegurar la prestación eficiente y continua de energía eléctrica a todas las comunidades residentes en la comunidad de Guacochito -Cesar.
Estrategia	En atención a la Ley 388 de 1997, el municipio clasificará y certificará la existencia de barrios subnormales, estos barrios corresponden a las "etnocomunidades". Se desarrollarán proyectos de interconexión y autoabastecimiento energético. El Programa de Normalización de Redes Eléctricas -PRONE creado mediante la Ley 1117 de 2006, consiste en la financiación por parte del Gobierno Nacional de planes, programas o proyectos elegibles de conformidad con las reglas establecidas en El Decreto 1123 de 2008 y las normas que lo sustituyan o complementen, cuya vigencia será igual a la establecida para los diferentes fondos que financien el Programa.
Duración del Proyecto	Este proyecto se llevará a cabo en 3 Fases, las cuales recopilarán toda la información preliminar, se implementará y se operará el proyecto al servicio de la comunidad de Guacochito-Cesar; con el fin de obtener los resultados propuestos.
Problemática	Baja nivel del suministro de electricidad en la comunidad, y en algunos sectores no existe conexiones eléctricas, por lo tanto flujo de electricidad nulo.
Alcance	El proyecto posee 2 tipos de soluciones con el fin de ampliar el impacto sobre la comunidad, los cuales son: <ul style="list-style-type: none"> • Solución Hogar: Para beneficiar con un sistema de generación eléctrica para 750 personas, cada familia tendrá un instructivo. • Solución educación: Construir una estación de generación eléctrica para la escuela, garantizando el suministro eléctrico.
Población objetivo	El desarrollo del proyecto beneficiará 750 habitantes de la población afrodescendiente en Guacochito Cesar, permitiendo mejorar sus condiciones de vida por medio de la generación de electricidad a través de un medio alternativo como lo es la energía solar, incentivando el desarrollo cultural con el acceso a nuevas tecnologías y promoviendo el desarrollo económico con la posibilidad de generar microempresas y alternativas turísticas.
Situación actual	Bajo nivel de iluminación en la zona.
Situación esperada	Iluminación adecuada en la zona a través de las energías renovables, haciendo buen uso de los recursos naturales, para una mejora en la calidad de vida de los habitantes.

Tabla 52. Perfil General del proyecto Generación de iluminación mediante aprovechamiento de energía solar en el municipio de Guacochito en el departamento del Cesar.

Fuente: Elaborada por los autores

4.2 Generación de energía eólica para plantas desalinizadora de agua de mar en isla Grande – Bolívar

Proyecto	Generación de energía eólica para plantas desalinizadora de agua de mar en Isla Grande – Bolívar
Coherencia del Proyecto	Plan de Desarrollo Departamental "Bolívar Ganador 2012 - 2015", pretende dar respuesta a la situación de ruina y calamidad que se verifica en el territorio Bolivarenses actualmente. El mandato recibido por la voluntad de más de 272.000 bolivarenses, exigen un esfuerzo y un compromiso mayor en la búsqueda de respuestas prontas y oportunas, que les permita acceder a los servicios que presta el Estado y mejorar su calidad de vida.
Objetivo	Proporcionar agua para el consumo en la comunidad de Isla Grande Bolívar por medio de generación de energía eólica a través de instalaciones de aerogeneradores permitiendo desalar el agua que proviene del mar.
Estrategia	<ul style="list-style-type: none"> • Un departamento con inclusión para todos. • Seguridad y convivencia departamental.
Duración del Proyecto	Este proyecto se llevara a cabo en 3 Fases, las cuales recopilaran toda la información preliminar, se implementará y se operará el proyecto al servicio de la comunidad de Isla grande Bolívar con el fin de obtener los resultados propuestos.
Problemática	Alto nivel de consumo de agua salda en la comunidad de Isla grande Bolívar.
Alcance	El proyecto posee 2 tipos de soluciones con el fin de ampliar el impacto sobre la comunidad, los cuales son: <ul style="list-style-type: none"> • Solución Hogar: Para beneficiar a la población con el consumo de agua desalada. • Solución salud: Contribuir a la prevención de enfermedades dadas por el consumo de agua salada.
Población objetivo	El desarrollo del proyecto beneficiará 170 familias de Isla Grande – Bolívar, permitiendo mejorar sus condiciones de vida por medio de la desalinización del agua de mar a través de un medio alternativo como lo es la energía eólica, incentivando el desarrollo cultural y asociándose con las tecnologías limpias.
Situación actual	Alto consumo de agua salada.
Situación esperada	Agua desalada para la población haciendo buen uso de los recursos naturales, para una mejora en la calidad de vida de los habitantes.

Tabla 53. Perfil General del proyecto Generación de energía eólica para plantas desalinizadora de agua de mar en Isla Grande – Bolívar.
Fuente: Elaborada por los autores

4.3 Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica kamuchasain – La Guajira

Proyecto	Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica Kamuchasain – Guajira
Coherencia del Proyecto	El Plan de desarrollo del Departamento de la Guajira 2012-2015 “La Guajira Primero”, incluye dentro de sus programas la Generación de Energía y la Electrificación Urbana y Rural.
Objetivo	Asegurar la prestación eficiente y continua de energía eléctrica a todas las comunidades residentes en la comunidad Kamuchasain – Guajira.
Estrategia	El componente estratégico se ha centrado en evaluar, intervenir y corregir las condiciones socioeconómicas adversas de la población, por lo que el foco de atención son los derechos sociales, económicos y culturales, sin desconocer los otros derechos fundamentales y colectivos y del ambiente, que tienen relación directa con el nivel de bienestar social, económico y cultural.
Duración del Proyecto	Este proyecto se llevara a cabo en 3 Fases, las cuales recopilaran toda la información preliminar, se implementará y se operará el proyecto al servicio de la comunidad de Kamuchasain – Guajira; con el fin de obtener los resultados propuestos.
Problemática	Baja calidad en cuanto a la prestación del suministro de electricidad, y en algunos sectores no existe conexiones eléctricas, por lo tanto flujo de electricidad nulo.
Alcance	Solución Hogar: Para beneficiar con un sistema de generación eléctrica a los habitantes de la comunidad.
Población objetivo	El desarrollo del proyecto beneficiará a los habitantes de la población en Kamuchasain – Guajira, permitiendo mejorar sus condiciones de vida por medio de la generación de electricidad a través de un medio alternativo como lo es la energía solar, incentivando el desarrollo cultural con el acceso a nuevas tecnologías y promoviendo el desarrollo económico con la posibilidad de generar microempresas y alternativas turísticas.
Situación actual	Bajo nivel de iluminación en la zona.
Situación esperada	Iluminación adecuada en la zona a través de las energías renovables, haciendo buen uso de los recursos naturales, para una mejora en la calidad de vida de los habitantes.

Tabla 54. Perfil General del proyecto Suministro e instalación de unidades de planta de energía solar fotovoltaica Kamuchasain – Guajira.

Fuente: Elaborada por los autores

4.4 Sistema híbrido (eólico y solar) generación de energía en el caserío de Barrigón Atlántico

Proyecto	Sistema híbrido (eólico y solar) generación de energía en el caserío de Barrigón Atlántico
Coherencia del Proyecto	Para el municipio de Luruaco, el Plan de Desarrollo denominado "Para Gobernar con todos" para la vigencia 2012-2015, tiene tres grandes Capítulos: El primero contiene el Plan Estratégico, el segundo el Plan financiero y Plurianual de Inversiones y el Tercero el Plan de Seguimiento - Evaluación y Rendición de Cuentas.
Objetivo	Asegurar la prestación eficiente y continua de energía eléctrica a en el caserío de Barrigón Atlántico
Estrategia	RETO ESTRATÉGICO: Luruaco competitivo y sostenible. Objetivos <ul style="list-style-type: none"> • Sostener, mantener y proteger la base natural actual y reparar lo deteriorado. • Crear asociaciones comunitarias de vigilancia ambiental. • Contribuir a la sostenibilidad ambiental del municipio de Luruaco.
Duración del Proyecto	Este proyecto se llevara a cabo en 3 Fases, las cuales recopilaran toda la información preliminar, se implementará y se operará el proyecto al servicio de la comunidad de en el caserío de Barrigón Atlántico con el fin de obtener los resultados propuestos.
Problemática	Baja calidad en cuanto a la prestación del suministro de electricidad, y en algunos sectores no existe conexiones eléctricas, por lo tanto flujo de electricidad nulo.
Alcance	Para beneficiar con un sistema de generación eléctrica a los habitantes de la comunidad en el caserío de Barrigón Atlántico.
Población objetivo	El desarrollo del proyecto beneficiará a los habitantes en el caserío de Barrigón Atlántico, permitiendo mejorar sus condiciones de vida por medio de la generación de electricidad a través de un medio alternativo como lo es la energía solar, incentivando el desarrollo cultural con el acceso a nuevas tecnologías y promoviendo el desarrollo económico con la posibilidad de generar microempresas y alternativas turísticas.
Situación actual	Bajo nivel de iluminación en la zona.
Situación esperada	Iluminación adecuada en la zona a través de las energías renovables, haciendo buen uso de los recursos naturales, para una mejora en la calidad de vida de los habitantes.

Tabla 55. Perfil General del proyecto Sistema híbrido (eólico y solar) generación de energía en el caserío de Barrigón Atlántico
Fuente: Elaborada por los autores

5. CONCLUSIONES

Las necesidades básicas de las comunidades negras e indígenas es un aspecto incluyente en la realidad del país, iniciando con el sector de energía eléctrica, el cual resulta trascendental para toda economía e industria, y Colombia es uno de los pocos países con un gran potencial eólico y solar que permite a través de diferentes proyectos el aprovechamiento de tales recursos con el fin de mitigar las necesidades básicas. En este sector (eléctrico), la regulación establecida tanto a nivel nacional como regional permite la organización del mercado garantizando no solo el suministro eficiente sino también transparencia.

Los proyectos de expansión y las proyecciones que se formulan en este banco de proyectos prioritarios, evidencian la planeación de los agentes interesados en el desarrollo e inclusión de las comunidades a un mundo que posibilita la mejora de su calidad de vida a través de la satisfacción de la necesidades y utilizando tecnologías limpias como herramientas moderadoras para aprovechar las Fuentes No Convencionales de Energía.

La poca planeación anteriormente ocasionó desabastecimiento y altos precios al no estar preparados para afrontar circunstancias críticas que se presentaban. No obstante, al realizar una revisión de los antecedentes se logra establecer una coordinación que conlleva a planear la generación de energía ayudando a las distintas comunidades a satisfacer las necesidades básicas. Esto se realiza en conjunto con el estado cumpliendo las leyes, resaltando la ley 1715 del 2014 la cual busca promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético (Artículo 1°).

El proyecto de investigación de uso de energía renovable brinda soluciones de suministro eléctrico en comunidades que no la poseen y tiene como fin crear una alternativa energética alineada con la protección ambiental y orientada a solucionar de forma eficaz el problema de cobertura energética que poseen éstas ya sea por limitantes económicas y geográficas principalmente.

La conveniencia social y productiva de la realización del estudio para la zona rural de las distintas comunidades es fundamental para ir reduciendo el

desmejoramiento de las condiciones de vida de estas comunidades y de la productividad de la zona. El desarrollo de la investigación fue una parte clave para el planteamiento del proyecto, la cual condujo a las respuestas de las preguntas planteadas con base en la problemática de las comunidades de estudio.

- El análisis de la problemática (social y económica), condujo la investigación a resultados claros, definiendo concentrar el proyecto en soluciones para la energía del hogar, la energía para las plantas desalinizadoras como los 3 tipos de aplicaciones del proyecto que obtiene el mayor impacto positivo a la comunidad.
- Es un desafío para los profesionales de hoy buscar desarraigar los modelos de generación de energía convencionales, los cuales conllevan a grandes inversiones y a altos índices de contaminación: es por esto que los sistemas integrales de soluciones deben abarcar todas las necesidades que poseen sus proyectos, con soluciones sustentables e innovadoras.
- Siendo las comunidades tan ricas en recursos de energía natural renovable, es evidente el desinterés y la falta de apoyo del gobierno. La falta de inversión en investigación y desarrollo tecnológico termina por dejar subdesarrollo y recursos inexplorados que traerían muchos beneficios.
- En el diseño del proyecto, se observó la importancia de la etapa de investigación para el éxito de cada una de las fases del ciclo del proyecto, esta misma provee insumo para el dimensionamiento adecuado para el cumplimiento de los objetivos.

Anexo

1. Encuestas capacitaciones y talleres realizados en las distintas comunidades utilizando la revista como medio de apropiación conceptual.



2. Modelo de encuesta

ENCUESTA PROYECTO "GENERACION DE ILUMINACIÓN MEDIANTE APROVECHAMIENTO DE ENERGIA SOLAR"
"CORREGIMIENTO DE GUACOHITO MUNICIPIO DE VALLEDUPAR (CESAR)"

Elaborado por: Elcira Solano Benavides, Grupo Economía de la Educación Universidad del Atlántico

Revisado por: Angel Polo Córdoba, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad Popular del Cesar.

A. PARA LAS UNIDADES FAMILIARES

1. Identificación del domicilio: _____

2. Cuantas personas viven en el domicilio: _____

3. Llenar el siguiente cuadro por cada domicilio :

Edades (años)	0-3	4-6	6-10	10-15	15-17	18-28	29-40	41-60	60-70	80-90	Mayores de 90
Población											
Mujeres											
Hombres											
Niños											
Niñas											
Total											

4. En el domicilio se produce algún servicio o producto que se vende dentro de esta o fuera de esta? Si _____
No _____

5. Si la respuesta fue afirmativa: Qué clase de servicio o producto? _____

6. Actividad económica de las personas que laboran en el domicilio:

	Actividad Económica
Hombres	
Mujeres	

7. Llenar el siguiente cuadro con las personas que devengan ingresos por sus actividades laborales por cada domicilio:

Ingresos	No devenga dinero	100.000 - 299.999	300.000 - 614.999	Un salario mínimo (\$15.000)	Dos salarios mínimos (1.23.000)	Tres salarios mínimos (1.845.000)	Cuatro salarios mínimos (2.466.000)	Más de cuatro salarios mínimos
Población								
Mujeres								
Hombres								

8. Nivel Educativo de las personas que viven en el domicilio

Nivel educativo	Preescolar	Primaria	Secundaria	Profesional	Posgrado	Tecnológico	Técnico
Población							
Mujeres							
Hombres							
Niños							
Niñas							
Total							

9. ¿Qué tipo de energía es utilizado para generar iluminación en el domicilio? ¿Cuál es el tiempo de uso?

Energía eléctrica _____	Lámparas con baterías _____	Velas _____	Lámparas a gasolina _____
Planta a gasolina _____	Carbón _____	Leña _____	Otros (cuál) _____

10. ¿Qué tipo de energía es utilizado para generar iluminación en el negocio o lugar de actividad económica? ¿Cuál es el tiempo de uso?

Energía eléctrica _____	Lámparas con baterías _____	Velas _____	Lámparas a gasolina _____
Planta a gasolina _____	Carbón _____	Leña _____	Otros (cuál) _____

11. Que tipo y fuente de energía distinta a la energía eléctrica conoce o ha escuchado y cuál es su preferencia de uso

preferencia de uso

3. Acta de donación de cartillas

NOMBRE	CANTIDAD	COMUNIDAD	FIRMA
Sandri Navarro	1	Islas del Rosario	Sandri
Pedri Luz Dela Rosa	10	Islas del Rosario	Pedri
Francisco Gomez	1	Islas del Rosario	Francisco
Manuel del Rosario	1	Islas del Rosario	Manuel
MARCO MONTE	1	Islas del Rosario	Marco
Angela Simpran	1	Islas del Rosario	Angela Simpran
Alfonso Lopez	1	Islas del Rosario	Alfonso
Erika de la Rosa M.	1	Islas del Rosario	Erika
Guisma Melina	1	Islas del Rosario	Guisma
IGNACIO VINGRIZ	10	Islas del Rosario	Ignacio
JOHANNES GOMEZ	1	ORICA	Johannes
Rafaela Cardallo V	1	Islas del Rosario	Rafaela
Imdeydis Villanueva V	1	Islas del Rosario	Imdeydis
Luz Marina Suarez	1	Islas del Rosario	Luz Marina
Miguel Ángel Ballester	1	ORICA	Miguel
Gerson Cortes	1	ORICA	Gerson Cortes
Luz Marina	1	ORICA	Luz Marina
Alfredo Ballester	1	ORICA	Alfredo Ballester
Victor Gonzalez	1	ORICA	Victor
Rosa Patricia	1	ORICA	Rosa Patricia
Edenith Lopez	1	ORICA	Edenith Lopez
melba Ballester	1	Islas del Rosario	Melba
Maria S. B.	1	Islas del Rosario	Maria S. B.
Yanis Ruiz	1	ORICA	Yanis Ruiz
Genito Salas	1	ISLAGRANDE	Genito Salas
Yanis Ruiz	1	ORICA	Yanis Ruiz
ESLI PEDELA	1	ORICA	ESLI PEDELA
Yanis Ruiz	6	ORICA	Yanis Ruiz

4. Participación de la comunidad en cada una de las charlas



5. Plan de acción dirigido a todos los proyectos

QUÉ WHAT	POR QUÉ WHY		COMO HOW			DONDE WHERE
FACTOR CRÍTICO DE ÉXITO	Objetivos a alcanzar	Metas	Actividades	Mecanismo de seguimiento	Barreras a superar	Resultado Esperado
PROCESOS DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE EDUCACION PARA EL PLAN DE ACCIÓN	SE REQUIERE RECIBIR APORTE DE LAS VENTAJERAS NECESARIAS DE LOS PARTICIPANTES DE LA COMUNIDAD SE NECESITA DESARROLLAR ESTRATEGIAS BASE EN LAS CUALES SE MOTIVACION CON LAS CUALES SE DEBEN CONSEGUIR LOS OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS RESULTADOS ES IMPERATIVO ESTABLECER UN PLAN DE COMUNICACIONES PARA QUE TODAS LAS ACTIVIDADES SE REALICEN CON UN RUMBO COMUNICACIONAL PARA FOMENTAR LA CULTURA DE LA INNOVACION	Realización de encuesta sobre habilidades de la comunidad para la construcción de documento de plan de comunicaciones DETERMINACION DE HERRAMIENTAS Y PROGRAMA TRIMESTRAL DE COMUNICACIONES PLAN DE COMUNICACIONES FORMALIZADO	ELABORACION ENCUESTA Y CHARLAS INFORMATIVAS REALIZACION DE TALLERES PARA HERRAMIENTAS Y SOCIALIZAR LOS CORRESPONDIENTES PROGRAMAS TRIMESTRALES ELABORACION DEL PLAN ANUAL DE COMUNICACIONES	SEGUIMIENTO QUINCENAL CRONOGRAMA LISTADO DE MEMORIAS Y FOTOGRAFICOS	APUNTA Y FALDA DE COMPROMISOS BAJA PARTICIPACION DE LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD FALTA DE CONOCIMIENTO DE LOS RECURSOS SOBRE COMO CONSTRUIRLO	ENCUESTA A CADA REPRESENTANTE (FAMILIALES Y MUESTRAL) PARTICIPACION DE LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD DE GUARDAR SU DEBER
2. PASO 2. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE INTEGRACION DE LOS DIFERENTES PROYECTOS DE LA COMUNIDAD	SE HACE NECESARIO DETERMINAR LOS CANALES DE COMUNICACION A UTILIZAR	MINIMO CUATRO CANALES DEFINIDOS	1. DEFINICION DE REQUISITOS 2. DEFINICION DE TIEMPO DE SELECCION 3. DEFINICION DE CANALES Y MEDIOS	VERIFICACION POR CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION DE CANALES INDIVIDUALES	FALTA DE INTERES POR PARTE DEL USUARIO CONFLICTO DE INTERESES	DOCUMENTO CONJUNTO CON CANALES DEFINIDOS ESPACIO ADECUADO EN LA COMUNIDAD
IDENTIFICACION DE POSIBLES ALIANZAS PARA LAS COMUNIDADES PARA LA GESTION DE LA INNOVACION	SE REQUIER LA DETERMINACION DEL EQUIPO QUE SE UTILIZARA PARA LA EDUCACION DEL PROYECTO SE ESTABLECE COMO CULTURAL A ACTUALIZACION PERMANENTE DEL EQUIPO PARA LOS BENEFICIARIOS SE DEFINE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ATENCION Y SERVICIO AL USUARIO 2. MEJORA DEL SERVICIO DE SATISFACCION	SISTEMA DE TRABAJO CON PROCEDIMIENTOS, CRONOGRAMAS Y RESPONSABILIDADES DETERMINADOS SERVICIO DE ATENCION Y NECESIDADES DEFINIDAS LINEA BASE CONSTRUIDA	DEFINICION DE SISTEMA DE TRABAJO Y LOGISTICA DE DESARROLLO ELABORACION LISTADO DE NECESIDADES Y ESPECIFICACIONES MINIMAS DE LOS REQUERIMIENTOS 1. DEFINICION DE FORMATOS 2. LEVANTAMIENTO DE LA LOGISTICA 3. LEVANTAMIENTO DE LA LOGISTICA 4. ELABORACION LINEA BASE	VERIFICACION SEMANAL DE ACTIVIDADES PARA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE TRABAJO VERIFICACION REQUISITOS DOCUMENTO	DOCUMENTO CONJUNTO CON SISTEMA DE TRABAJO PRESUPUESTO	DOCUMENTO CONJUNTO CON SISTEMA DE TRABAJO ESPACIO ADECUADO EN LA COMUNIDAD
3. PASO 3. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA PARA FORTALECER TO LOS DIFERENTES PARTES DEL MUESTRO PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS RELACIONES CON LAS ENTIDADES DEL MUNICIPIO Y LOS BENEFICIARIOS	SE DEFINE EL SISTEMA COMPLETO DE HERRAMIENTAS QUE SEAN NECESARIAS PARA LA EJECUCION SE REALIZA EL PLAN DE TRABAJO PARA CAPACITACION	MONTAJE DEL SISTEMA DE BUJERENCIAS MONTAJE DEL SISTEMA DE MEDICION GSC MONTAJE COMPLETO DE LA INFRAESTRUCTURA	1. DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ATENCION Y SERVICIO AL USUARIO 2. ENTRENAMIENTO PARA SU MANEJO DEL SISTEMA 3. DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE USO TALLER DE SOCIALIZACION SOBRE MANEJO DE LOS PANELES SOLARES	VERIFICACION ACTIVIDADES PARA CONSTRUCCION DEL SISTEMA VERIFICACION COMPLETA DEL SISTEMA REVISION CONSTANTE DE LO PLANEADO	CONJUNTO DE RECEPCION FALTA DE INTERES EN ENTRENAMIENTO INCORRECTA UTILIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA	DOCUMENTO CONJUNTO CON LINEA BASE FENBOOK COMUNIDAD DE RECEPCION CORRECTA UTILIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA
4. PASO 4. INSTALACION DE LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LOS HOGARES DE GUACOCHEITO	SE REALIZA EL PLAN DE TRABAJO PARA CAPACITACION	PLAN DE CAPACITACION ELABORADO	TALLER DE SOCIALIZACION SOBRE CAPACITACION DE USO DE LOS PANELES TALLER SOBRE PLAN DE DESARROLLO DE LO IMPLEMENTADO	PROGRAMACION LISTADO ASISTENCIA MEMORIAS PROGRAMACION CONVOCATORIA LISTADO ASISTENCIA MEMORIAS	CONVOCATORIA EN TIEMPO INADECUADO FALTA DE INTERES NO CONVOCATORIA EN TIEMPO INADECUADO FALTA DE INTERES	COMUNIDAD DE GUACOCHEITO COMUNIDAD COMUNIDAD
5. PASO 5. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE DIVULGACION A LOS MEDIOS	SE DIVULGA EL AVANZE DEL PROYECTO	PLAN DE NEGOCIOS PARA CASO Y SOCIALIZADO ENTRE LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD	TALLER SOBRE PLAN DE DESARROLLO DE LO IMPLEMENTADO	PROGRAMACION CONVOCATORIA LISTADO ASISTENCIA MEMORIAS	CONVOCATORIA EN TIEMPO INADECUADO FALTA DE INTERES	COMUNIDAD DE GUACOCHEITO COMUNIDAD COMUNIDAD

Tabla 56. Fuente: Elaborada por los autores

BIBLIOGRAFIA

- CONSEJO COMUNITARIO DE COMUNIDADES NEGRAS DE LA UNIDAD COMUNERA DE GOBIERNO RURAL .ISLA DEL ROSARIO CASERIO DE ORIKA NIT: 900064414.1ª ed.p 2 .
- GOBERNACION DE CESAR. Directorio cartográfico. [En línea].1ª edición (2015); Colombia Disponible desde <http://mapasamerica.dices.net/colombia/mapa.php?nombre=Guacochito&id=28273>[Acceso 25 de febrero de 2015].
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE LURUACO ATLÁNTICO. (2015). [En línea].Atlántico (Colombia) Disponible desde: <http://www.luruaco-atlantico.gov.co/territorios.shtml?apc=bbVereda-1-&x=2746083>. [Acceso 25 de febrero de 2015].
- GOBERNACION DE LA GUAJIRA. Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Uribí. Diagnóstico territorial .Guajira. Capítulo 2, p 1.
- CONSORCIO ENERGÉTICO CORPOEMA: formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE).volumen 2. Bogotá (Colombia).diciembre 2010.pag 25.pag 45 .
- FORO ECONOMICO Y AMBIENTAL. Ejecución de planes energéticos [En línea] foroeconomico@estaregia.com. [Acceso 2de Marzo 2015].
- Dra. LOURDES GARCÍAS RODRIGUEZ, análisis comparativo de permeadores de desalación de agua de mar por osmosis inversa, primera edición, .Bogotá (Colombia) cap. 1, Pag 5 .
- GERARDO HIRIART LE BERT, desalación de agua con energías renovables interrogantes. Jurídicos pág. 3 .
- ING. QUÍMICO VÍCTOR HERBERT DE LEÓN MORALES, generación eléctrica fotovoltaica en la facultad de ingeniería usac y estudio del aprovechamiento, Guatemala, noviembre 2008, pág. 26.
- CARLOS SIERRA GARRIGA, Energía solar fotovoltaica aplicada al alumbrado. Dpto. Estudios Luminotécnicos UPC, montajes e instalaciones - septiembre 1996, pag2.
- INVENTARIO DE ALUMBRADO PÚBLICO de los sectores urbano y rural municipio San Lorenzo Mayo 2012. CEDENAR.
- GRUPO NAP, colegio oficial de ingenieros de telecomunicaciones, energía solar fotovoltaica/ Alamargo, 2 28010 Madrid pag.20.
- INSTITUTO DE PLANEACIÓN Y PROMOCIÓN DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS, energía renovables en las zni, subdirección de planificación energética, 14-02,2013.
- M.C. RAÚL CASTILLO MERAZ, M.C. ROBERTO CARLOS MARTÍNEZ MONTEJANO, sistema híbrido

- fotovoltaico-eólico para la generación de energía eléctrica, España ISSN: 19899300 pag 12.
- DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN INDÍGENA
ESA: Formulación de proyectos de inversión para comunidades indígenas de Colombia; Pag 4
2001.
- JUAN CARLOS PARRA ROMERO, introducción a la economía, cuaderno de economía, tema 1. p 12 .
- TERRY EAGETON. La idea de cultura, Paidós, Barcelona, 2001, p 58 .
- DEL ACEBEDO IBAÑEZ; ENRIQUE, "sociología del arraigo- una lectura crítica de la teoría de la
calidad"; editorial claridad; Buenos Aires; 1996: p 17.
- Definición de resguardo de información - Qué es, Significado y Concepto. [En línea], segunda edición.
Colombia. Disponible en <http://definicion.de/resguardo-de-informacion/#ixzz3ZTu87F7f>.
- IES, TEGUESTE, tecnología industrial 1ºbachillerato .
- Díaz y Masera, 1998, Aguilar, 1994) tecnologías apropiadas para el desarrollo rural sustentable.
- Ley 143 de 1994, artículos 1o y 3o.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos:
presentación y referencias bibliográficas. Bogotá: ICONTEC,.
- NATALIA LONDOÑO VÉLEZ: formulación de proyectos: enfoques, procesos y herramientas. Primera
edición. Medellín (Colombia) :tragaluz S.A,mayo 2009. Pag 25, NIT 978-958-98031-9-6.
- PROFESOR AMARTYA SEN, Premio Nobel de Ciencias Económicas 1998. Investigación bienestar
económico.
- VALENCIA Delgado Juan Guillermo. Inventario de recursos energéticos renovables y no renovables.
Tesis de grado .Director Luis Eduardo Machado .Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.2001,p
108 .
- SENSSTECH SOLUCIONES S.A.S. información de proyectos realizados en la trayectoria de la
empresa; [información consultada el 30 de marzo de 2014] disponible en la web: [http://www.
sensstech.com](http://www.sensstech.com). (n.d.).
- MORA NAVARO DIEGO CAMILO, HIRTADO LIEVANO JORGE, guía para estudios de prefactibilidad
de pequeñas centrales hidroeléctricas como parte de un sistema hibrido Pontifica de universidad
de ingeniería, carrera de ingeniería civil, Bogotá D.C 2004 p.19.
- ROY, A.; KABIR, M.A.; Effect of inflation, subsidizing and market pricing on the relative cost performance
of solar pv and fossil fuel based power sources icdret, enero. 2012. en línea [consultado el 11 de
febrero de 2013] disponible en internet .

- Dorji, T., Urmee, T. y Jennings, P. "Options for off-grid electrification in the Kingdom of Bhutan".
- VALENCIA Delgado Juan Guillermo. Inventario de recursos energéticos renovables y no renovables. Tesis de grado .Director Luis Eduardo Machado .Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.2001,p 108).
- PROFESOR AMARTYA SEN, Premio Nobel de Ciencias Económicas 1998. Investigación bienestar económico; 22.
- ROY, A.; KABIR, M.A.; Effect of inflation, subsidizing and market pricing on the relative cost performance of solar pv and fossil fuel based power sources icdret, enero. 2012. en línea [consultado el 11 de febrero de 2013] disponible en internet).
- SENSSTECH SOLUCIONES S.A.S. información de proyectos realizados en la trayectoria de la empresa; [información consultada el 30 de marzo de 2014] disponible en la web: <http://www.sensstech.com>.
- Dorji, T., Urmee, T. y Jennings, P. "Options for off-grid electrification in the Kingdom of Bhutan".
- Torres José Eddy, programa de energia limpia para Colombia,p 28.
- ADU-RES. The ADU-RES Project. 2004. [Citado el: 16 de septiembre de 2014].
- Munteanu, I., Bratcu, I., Cutululis, N. & Ceanga, E. (2008). Optimal Control of wind energysystems,London,springer.
- Master, G. (2004). Renewable and Efficient Electric Power System, New Jersey,USA,Wiley-interscience.
- Patel, Mukund R., 2006, "Wind and solar power systems: design, analysis, and,operation"CRC press,USA.
- Sangüesa M, Mateo R y Ilzarbe L. Teoría y práctica de la calidad 1a edición. Ed Thomson. Madrid, España 2006.
- Chan L-K, Wu M-L. Quality function deployment: Aliterature review. European Journal of Operational ResearchVol 143, No 3, 463-497, 2002.
- Carnevali J. A., Cauchick P. Review, analysis and classificationof the literature on QFD–Types of research,Economics. Vol 114, No 2, 737- 754, 2008.
- Bottani E y Rizzi A. Strategic management of logistics service: A fuzzy QFD approach. International Journal of Production Economics. Vol 103, No 2, 585-599, 2006.
- Amin S H, Razmi J. An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation. Expert Systems with Applications Vol 36, No 4, 8639-8648, 2009.
- Memorias al Congreso de la República, 2012-2013,ENERGÍA ELÉCTRICA, p4 .

DECLARACIÓN DE PANAMÁ: ENERGÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. AG/DEC. 52 (XXXVII-O/07) Aprobada en la Cuarta Sesión Plenaria celebrada el 5 de junio de 2007, del trigésimo séptimo período ordinario de sesiones de la Asamblea General de la OEA. .

Consejo Comunitario de Comunidades Negras de la Unidad Comunera de Gobierno Rural de ISLA DEL ROSARIO CASERIO DE ORIKA.

Sociedad Latinoamericana para la Calidad (SLC), Diagrama causa-efecto 2000. Disponible en <http://www.ongconcalidad.org/causa.pdf>.

UNIVERSIDAD DE VIGO, 2001; ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR, Dpto. organización empresas pag 2.

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE LA CALIDAD, 2000, pag 3.pdf.

Chaibi M. (2000), "An overview of solar desalination for domestic and agriculture water needs in remote arid areas", *Desalination* 127 (p.119-133), Nueva York, Editorial Elsevier Science, E.U.A.

Portillo C., Clarac G. (1998), "Programa de Desarrollo y Consolidación de Ciudades y Subregiones Fronterizas - Aldea Guajira en Cojoro", Maracaibo, Coordinación de Publicidad del Consejo Nacional de Fronteras (PRODESSUR), CORPOZULIA, Venezuela.

HIDROVEN y OMS (2001), "Proyecto Regional: La Salud de las Poblaciones.

O'Neil F. (1960), "Compressed Air and Gas Data: Handbook of Pneumatic Engineering", 5ª edición, Nueva York, Ingersoll-Rand Company, E.U.A.

CHAVEZ J, 2007, ficha técnica de sistemas fotovoltaicos, soluciones prácticas.[documento en línea]. Disponible en : http://2000.58.116.89/fichas_tecnicas/pdf/sistemas_fotovoltaicos.pdf.

Atlas de Radiación Solar de Colombia. Bogotá: UPME-IDEAM, 2005.

UPME; formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE); volumen 2 - diagnóstico de las fuentes en Colombia.

Barnes, D. F. "Effective solutions for rural electrification in developing countries: Lessons from successful programs". *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2011, vol. 3, nº 4, p. 260-264.[Consultado el: 15 junio 2014]. Disponible en <http://w>.

Anthony, F. Dürschner, C. y Remmers, K. H. *Fotovoltaica para profesionales: Diseño, instalación y comercialización de plantas fotovoltaicas*. Sevilla: Censolar, 2007. vol. 1, 319 p.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). US and China in race to the top of global wind industry. [En línea]. Brussels: El Autor, 2009. <Disponible en: [http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=177&tx_ttnews\[backPid\]=4&cHash=3a1c08c3ac](http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=177&tx_ttnews[backPid]=4&cHash=3a1c08c3ac)> .

ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA (ASIF). Historia de la energía solar fotovoltaica.

- [En línea]. Madrid: El Autor, 2008. <Disponible en: http://www.asif.org/files/Historia%20FV_web_resumida_2008.pdf> [consulta: 04 Agos. 2014].
- ASOCIACIÓN EUROPEA DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA (EPIA) y GREENPEACE. Solar generation V - 2008: Electricidad solar para más de mil millones de personas y dos millones de puestos de trabajo para el año 2020. [En línea]. Bélgica: Patricia Philbin, 2008. p.8.
- RETSscreen INTERNATIONAL. Clean energy decision support centre; Clean energy project analysis: photovoltaic project analysis chapter. [En línea]. Canadá. Retsscreen, 2004. <Disponible en: <http://www.retscreen.net/ang/home.php>> [consulta: 10 Sep. 2015].
- ENERGÍAS RENOVABLES. Mitsubishi Corporation compra a Acciona el 34% de la mayor planta fotovoltaica del mundo. En: Energías Renovables el periodismo de las energías limpias. [En línea]. s.l: El Autor, 2009. <Disponible en: <http://www.energiasrenovables.co>.
- ZAPATA CARLOS MARIO y SANDRA MILENA VILLEGAS Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de un método, Medellín-Colombia Universidad EAFIT, 2006, pp. 40-59. Disponible en redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/215/21514104.pdf.
- Bevilacqua. M., Ciarapica F.E., Giacchetta G. A fuzzy-QFD approach to supplier selection. Journal of Purchasing and Supply Management, Vol 12, No 1, 14-27, 2006.
- Bevilacqua. M., Ciarapica F.E., Giacchetta G. A fuzzy-QFD approach to supplier selection. Journal of Purchasing and Supply Management, Vol 12, No 1, 14-27, 2006.
- ADIRA. ADIRA handbook, a guide to autonomous system concepts. 2008. p. 14-20. ISBN: 978-975-561-.
- Zapata Carlos Mario y Sandra Milena Villegas. Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de un método, Medellín-Colombia Universidad EAFIT, 2006, pp. 40-59. Disponible en redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/215/21514104.pdf.
- Instituto de Geofísica de la UNAM, consultado [14 de agosto 2014] <http://www.geofisica.unam.mx/>.*
- SADOUN SOLAR SALES. *Solar & Wind Power Generation Products*. En línea [consulta: 10 de septiembre 2015]. Ohio: El Autor, 2008.
- Instituto de Geofísica de la UNAM, Consultado en línea [5 de octubre 2015]; <http://www.geofisica.unam.mx/>.*
- ACKERMANN, Thomas. *Wind power in power systems*. England: John Wiley & Sons, 2005. p.8.
- Solar & Wind Power Generation Products*. Ohio: El Autor, 2008.
- Master, G. (2004). *Renewable and Efficient Electric Power System*, New Jersey.

Munteanu, I., Bratcu, I., Cutululis, N. & Ceanga, E. (2008). *Optimal Control of Wind Energy Systems*, London, Springer.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, *Reglamento de la ley General de Electricidad, ACUERDO GUBERNATIVO NUMERO 256-97, Colombia, 21 de marzo de 1,997.*

Revista EIA, *MODELO DE PROGRAMACIÓN MULTI-OBJETIVO FUZZY*; ISSN 1794-1237 / Año XII / Volumen 12 / Edición N.23 / Enero-junio 2015 / pp. 163-174.

EIA,2012;*Annual Energy Outlook 2012 with projections to 2035* pag 123.

AMT SOLAR *the energy innovations company en linea consultado*[23 nov 2015]; [www.w.amt-solar.com/index.php/es/eolica].

AGENCIA ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO. *Planificación de Proyectos orientada a Objetivos. [en línea] [Alemania]: Herrmann & Herrmann , 2014. Disponible en World Wide Web* <http://www.jjponline.com/marcologico/general.html> .

Este libro fue editado en el Área de Publicidad
de la Universidad Autónoma del Caribe,
en el mes de noviembre de 2018.