

UNIVERSIDAD DE LA SABANA



Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Ingeniería

Título

Propuesta de un modelo de generación de valor para la evaluación de proyectos de generación de energía eléctrica solar a pequeña escala en el departamento de La Guajira.

Presentado por:

Saul Piñeres Abdala

Asesora:

María Fernanda Gómez Galindo, PhD

Contenido

1. INTRODUCCION	6
2. MARCO CONTEXTUAL Y CONCEPTUAL	15
A – Marco contextual.....	15
B – Marco conceptual – Metodología.....	23
3. ESTADO DEL ARTE.....	32
4. OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	38
A - Objetivo General.....	38
B - Objetivos Específicos.....	38
5. METODOLOGÍA	39
6. RESULTADOS.....	45
A – Barreras y acciones de difusión.....	45
B – Afinidad de la población local con los resultados	51
C – Modelo de Medición del Valor.....	59
7. CONCLUSIONES	75
8. ANEXOS.....	79
A – Formatos de Encuesta.....	79
B – Conjunto de Barreras y Acciones	80
C – Memoria de cálculos para el PCA.	82
D – Panel de Expertos	83
E – Memoria de cálculos para el AHP.	84
F – Factores y parámetros de la estructura de valor	86
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

Figuras y tablas.

<i>Figura 1. Departamentos y municipios de mayor concentración del pueblo Wayuu. (Ministerio de Cultura, 2014).....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2. Población de La Guajira por sector rural por área (Bonet & Hahn, 2017).....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Índice de Cobertura de energía eléctrica - ICEE año 2015 por localización geográfica (Ministerio de Minas y Energía, 2018).....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4. Índice de cobertura de energía eléctrica por departamento en viviendas ubicadas en zonas rurales (elaboración propia – Datos de 2016).....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5. Índice de Cobertura del Servicio de Energía Eléctrica en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2018).....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 6. Índice de Cobertura del Servicio de Energía Eléctrica en La Guajira (elaboración propia)....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 7. Happy Life Years (HLY) versus Annual Per-capita Electric Energy Consumption (kWh). (Castro-Sitiriche & Ndoye, 2013).....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8. Años de Vida Felices esperados en función del consumo de energía eléctrica, se incluye Colombia y la Guajira.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9. Comparativa NBI para el Departamento de La Guajira por zona rural y urbana (Cámara de Comercio de La Guajira, 2016).....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10. Distribución Geográfica ZNI (SGI&C, 2013).....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11. Esquema ilustrativo de la Metodología PCA (Karytsas & Choropanitis, 2017).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 12. Etapas para el desarrollo de la metodología PCA (Karytsas & Choropanitis, 2017).....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 13. Aggregated value tree. (Kassem, Al-Haddad, Komljenovic, & Schiffauerova, 2016).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 14. Assessment procedure (Gómez & Ribó, 2018).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 15. Landscape factor influence on TIS functions (Edsand, 2017).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 16. Procedimiento propuesto para el desarrollo del objetivo específico 1.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 17. Procedimiento propuesto para el desarrollo del objetivo específico 2.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 18. Esquema de trabajo propuesto para el objetivo específico 4.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 19. Resultados encuesta: barreras de difusión de la energía solar a pequeña escala en La Guajira (n= 99).....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 20. Resultados encuesta: acciones para la difusión de la energía solar a pequeña escala en La Guajira (n= 99).....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 21. Formato de encuesta a utilizarse para evaluar las barreras y acciones.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 22. Encuesta utilizada para evaluar la difusión de la energía solar en la guajira parte 1. Barreras.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 23. Encuesta utilizada para evaluar la difusión de la energía solar en la guajira parte 2. Acciones.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 24. Formato de Solicitudes Proceso Consulta Previa (Ministerio del Interior, 2015).....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 25. Formato de Solicitud de Inicio de la Consulta Previa con Grupos Étnicos Certificados (Ministerio del Interior, 2015).....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 1 Solicitudes de Proyectos que Cumplen con Requisitos Mínimos (UPME, 2019).....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2 Estimación de recursos necesarios para la ampliación del servicio de energía eléctrica 2017-2031. Cifras en miles de millones de pesos. (Ministerio de Minas y Energía, 2018).....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 3. Capacidad instalada para generación eléctrica por tipo tecnología en Colombia (UPME, 2015).....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4. Capacidad instalada en cada región por tipo de recurso [MW] (UPME, 2015).....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 5 Marco Contextual de clasificación de información en TIS (Edsand, 2017).....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6. Clasificación del marco de las TIS por tipo de agente (Elaboración propia).....</i>	<i>25</i>

Tabla 7 Esquema de decisión frente a resultados de PCA y la estadística descriptiva. (Elaboración Propia)	29
Tabla 8 La escala fundamental (Saaty R. , 1987).....	31
Tabla 9. Composición de la población encuestada (Elaboración propia).....	41
Tabla 10. Barreras que han impedido la difusión de generación de energía eléctrica por medio de energía solar en La Guajira por tipo agente (Elaboración propia).....	50
Tabla 11 Acciones que fomentaran la difusión de generación de energía eléctrica por medio de energía solar en La Guajira por tipo de agente. (Elaboración propia)	51
Tabla 12. Resultados de SPSS al aplicar el test de KMO y la prueba de Bartlett a los datos de Figura 19. (Elaboración propia).....	54
Tabla 13. Resultados de SPSS al calcular la Matriz de componentes principales a los datos de Figura 19 (Elaboración propia).....	55
Tabla 16. Resultados de SPSS, matriz de componentes principales para el conjunto de barreras de difusión. (Elaboración propia).....	55
Tabla 17 Resultados PCA para datos encuesta Barrera de difusión (Elaboración propia)	56
Tabla 18. Matriz de priorización de Barreras de difusión. (Elaboración propia).....	56
Tabla 19. Matriz de priorización de posibles Acciones de difusión. (Elaboración propia).....	58
Tabla 20. Matriz de asignación de puntajes AHP para factores de estructura de valor (Elaboración propia).....	64
Tabla 21. Factores de estructura de valor normalizados (Elaboración propia).....	64
Tabla 22 Matriz de evaluación de proyectos (factores y parámetros) – Preliminar (Elaboración propia).	65
Tabla 23. Proyectos por evaluar (Elaboración propia)	66
Tabla 24 . Resultados aplicar al Caso 1. la matriz evaluación (Elaboración propia).....	67
Tabla 25. Resultados aplicar al Caso 2. la matriz evaluación (Elaboración propia).....	68
Tabla 26. Comparativa resultados Caso 1. y Caso 2. bajo matriz de evaluación – preliminar (Elaboración propia).....	68
Tabla 27. Matriz de evaluación de proyectos (factores y parámetros) – Definitiva (Elaboración propia).	71
Tabla 15 Resultados de SPSS al aplicar PCA al conjunto de datos de 10 variables de barreras de difusión (Elaboración propia).....	82
Tabla 28. Resultados de SPSS al calcular la matriz de anti-correlación a 10 variables de acciones de difusión (Elaboración propia).....	82
Tabla 29 Resultados de SPSS al aplicar PCA a 10 variables de acciones de difusión (Elaboración propia)	82
Tabla 30 Resultados de SPSS de la composición de los componentes principales para 10 variables de acciones de difusión (Elaboración propia)	82

Acrónimos

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
COLCIENCIAS	Departamento Administrativo de ciencia, tecnología e innovación
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENDS	Encuesta Nacional de Demografía y Salud
FAZNI	Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas
FC	Fuentes convencionales
FENR	Fuentes de Energía Nuevas y Renovables
FER	Fuentes de Energía Renovables
FNCE	Fuentes No Convencionales de Energía
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
ICEE	Índice de cobertura de energía eléctrica
IPSE	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas
MME	Ministerio de Minas y Energía
NTC	Norma Técnica Colombiana
PIB	Producto Interno Bruto
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SIN	Sistema Interconectado Nacional
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
URE	Uso Racional y Eficiente de Energía
ZNI	Zonas No Interconectadas

1. INTRODUCCION

Una de cada 7 personas en el mundo no tiene acceso a electricidad (UNDP, 2020), esta falta de acceso se transforma en la incapacidad de impulsar la prosperidad en una sociedad, ya que la mayor parte de la actividad económica depende de un suministro de energía adecuado, confiable y a precios competitivos. Se ha demostrado que la pobreza está directamente vinculada a bajos o inexistentes consumos de energía eléctrica (Indrawati, 2015). Colombia no se escapa de esta de esta situación con más de 1'500.000 personas sin servicio de energía eléctrica, de los cuales el 50% se encuentra en zonas interconectables y el 50% restante en zonas no interconectadas (López, El Gobierno le llevará energía eléctrica a 152 municipios, 2019); el caso del departamento de La Guajira es particularmente crítico.

La Guajira es uno de los 32 departamentos de Colombia, su capital es Riohacha. La Guajira se encuentra ubicada al noreste del país dentro de la región caribe, es la zona más árida de Colombia, su clima es cálido, seco e inhóspito. En el territorio compuesto por el departamento de La Guajira las lluvias son escasas y sectorizadas, con una precipitación anual que oscila entre 354 y 1170 mm, por otro lado, las insolaciones son fuertes, con temperatura media anual de 28°C (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, 2019).

La Guajira es un departamento con un rezago económico y social frente a otras regiones del país bajo el modelo de desarrollo establecido por Colombia, los indicadores muestran profundas desigualdades sociales y culturales que se reflejan en la calidad de vida de la población (Cámara de Comercio de La Guajira, 2016). En las zonas rurales del departamento se tiene un índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) de 91.82% (DANE, 2018), la situación de estos hogares es pobre en términos de vivienda, servicios sanitarios, ingresos y educación, lo que se traduce en desnutrición y mortalidad (Cámara de Comercio de La Guajira, 2016). La Guajira se destaca como el departamento de Colombia con mayor NBI para las poblaciones que viven en zonas rurales, seguido de cerca por Vaupés y Vichada (DANE, 2018).

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Cultural el departamento de La Guajira concentra su población de 1.067.063 habitantes en tres grupos étnicos: Los criollos corresponden al 58% de la población, mientras que los indígenas Wayuu son el 38% y los indígenas Kogui un 3% del total (Sistema Nacional de Información Cultural, 2018). Los indígenas Wayuu se encuentran a lo largo de todo el departamento, pero están concentrados en la pampa de la Península de la Guajira, en municipios como Uribia en donde 90% de los habitantes son indígenas Wayuu como se puede ver en la Figura 1.

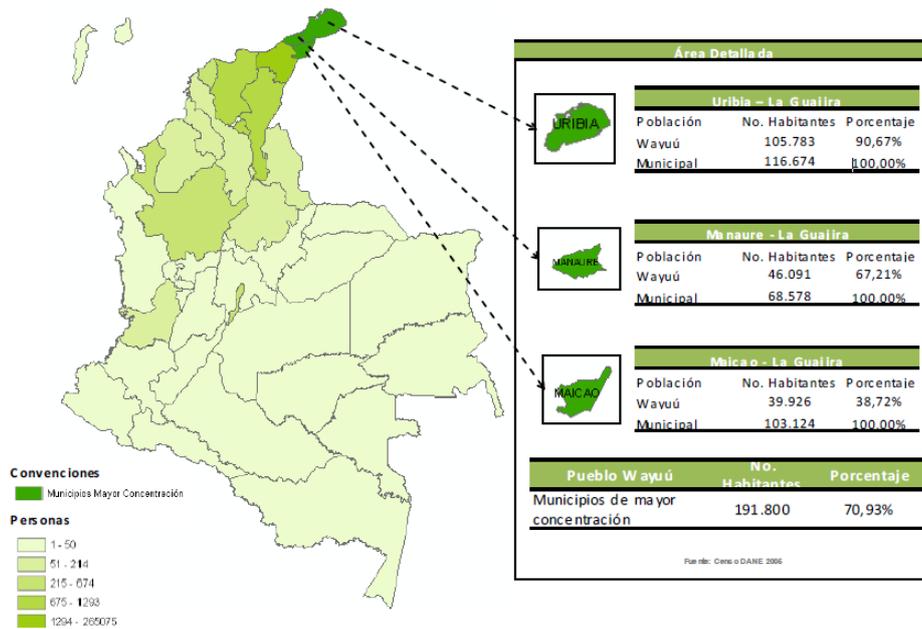


Figura 1. Departamentos y municipios de mayor concentración del pueblo Wayuu. (Ministerio de Cultura, 2014)

Parte de la población Guajira, representada por los indígenas Wayuu, está distribuida en el territorio con una alta dispersión geográfica, las comunidades viven retiradas unas de otras en las áreas rurales y solo visitan las cabeceras municipales para reabastecerse de víveres y abarrotes, (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, 2012). Según datos del DANE para el censo del año 2005, el 45% de los habitantes de La Guajira se ubicaban en zonas rurales, encontrándose inclusive caseríos de 100 habitantes, la dispersión del departamento es casi el doble del promedio nacional que es del 23% (Bonet & Hahn, 2017). La Figura 2 representa el poblamiento de La Guajira por sector rural, se evidencia en la figura que la mayoría de las zonas rurales habitadas no son continuas entre sí.

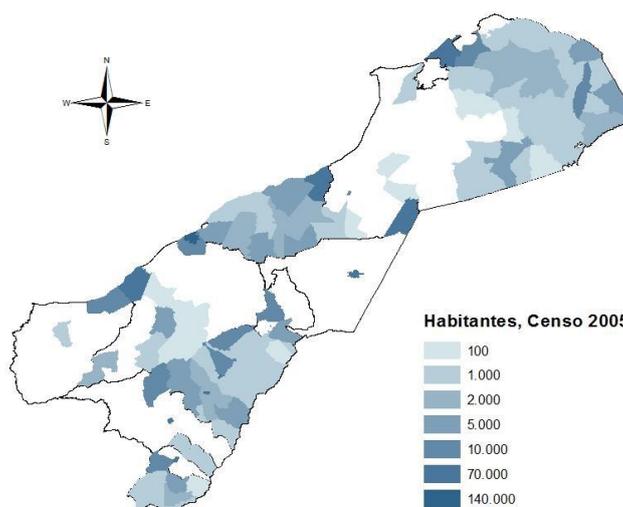


Figura 2. Población de La Guajira por sector rural por área (Bonet & Hahn, 2017)

Aunque La Guajira no es el departamento con mayor población rural en Colombia, si es el de mayor crecimiento. Entre los censos de 1993 y 2005, la tasa de crecimiento anual de la población que habita en zonas rurales fue del 4.7% (Bonet & Hahn, 2017), mientras que para el resto del país la población rural decreció en un 5% durante el mismo periodo (Grupo Banco Mundial, 2020). La expansión y el crecimiento de la población que vive por fuera de las cabeceras municipales demanda mayor necesidad de recursos como alimentos, agua y bienes básicos como infraestructura para transporte, educación y servicios sanitarios, lo cual se refleja en la diferencia entre el NBI de los pobladores de La Guajira que habitan en la zona urbana y el de los que viven en zona rural, llegando a ser hasta del 50%; la dispersión geográfica del departamento representa una dificultad en la implementación de políticas públicas (Cámara de Comercio de La Guajira, 2016). En términos de acceso a electricidad, la alta dispersión de los asentamientos humanos en La Guajira demanda soluciones de energía no interconectada mediante unidades generadoras de pequeña escala (Díaz Merlano, 2003).

La población del departamento de La Guajira tiene un déficit de cobertura de energía eléctrica promedio del 26%, lo que equivale 61.928 viviendas sin electricidad (DANE, 2018), la ausencia de fluido eléctrico está focalizada en el norte de la región y afecta las condiciones de vida de los habitantes de la península de La Guajira, que en su mayoría está conformada por el pueblo Wayuu. Debido a la falta de electricidad, los indígenas Wayuu no pueden desarrollar actividades de suministro y conservación de alimentos, iluminación de sus viviendas, formación académica y recreación (Ojeda, Candelo, & Silva, 2017). La anterior situación contrasta con otras regiones del país en donde ciudades como Bogotá o Medellín presentan un Índice de Cobertura Energética (ICEE) que supera el 95%. La Figura 3 es una representación geográfica del ICEE en Colombia.

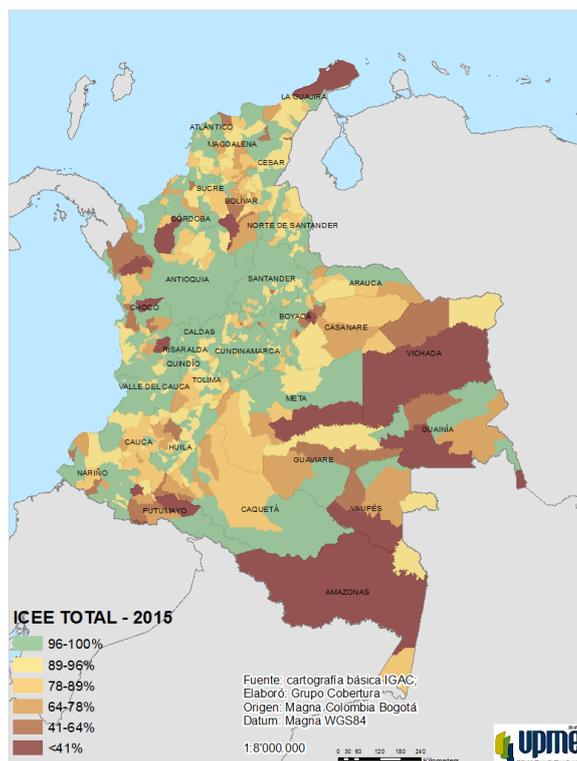


Figura 3. Índice de Cobertura de energía eléctrica - ICEE año 2015 por localización geográfica (Ministerio de Minas y Energía, 2018)

La situación se vuelve más compleja cuando se analiza el ICEE en zonas rurales por departamento, ya que La Guajira es el departamento con peor relación cobertura de energía versus cantidad de personas que habitan en zonas rurales (DANE, 2018). En la Figura 4 se observa la cobertura de energía eléctrica para los departamentos que tienen menos de 100.000 viviendas por fuera de las cabeceras municipales, las columnas azules representan el total de viviendas, mientras que la línea naranja el ICEE; en la figura se observa que La Guajira con un total de 92000 viviendas tiene un ICEE cercano al 30%, superando en aproximadamente 10 veces la cantidad de usuarios de los departamentos que tienen un nivel de cobertura similar.

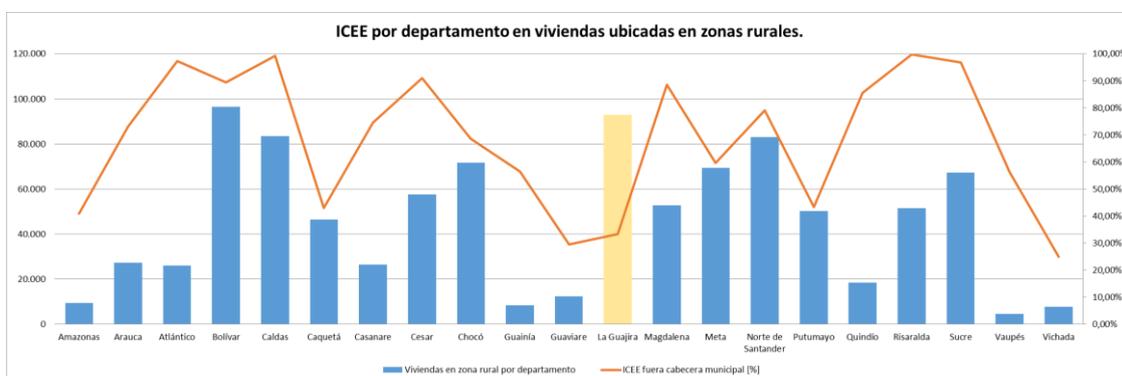


Figura 4. Índice de cobertura de energía eléctrica por departamento en viviendas ubicadas en zonas rurales (elaboración propia – Datos de 2016)

En La Guajira una de las barreras más importantes para incrementar el ICEE es la ausencia de una infraestructura eléctrica para transportar la energía eléctrica desde y hacia el interior del país. Esto significa que aún aquellos usuarios concentrados en centros urbanos, conectados al Sistema Nacional Interconectado (SIN), tienen problemas para acceder a un servicio de calidad Para la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), la implementación de proyectos de integración de energías renovables en el país podría disminuir estos problemas pero aún existen barreras que impiden o complican la viabilidad de proyectos capaces de aprovechar el potencial energético de las regiones (UPME, 2015).

El gobierno de Colombia ha realizado esfuerzos durante los últimos años para ampliar el ICEE, pasando de un promedio nacional de 95.48% para el 2010 a 97.02% en el 2016 (Ministerio de Minas y Energía, 2018), como se ve en la Figura 5, sin embargo, los esfuerzos no se han visto reflejados para el departamento de La Guajira, donde por lo contrario, el ICEE ha disminuido para la población que vive por fuera de las cabeceras municipales del departamento (DANE, 2018), véase Figura 6.

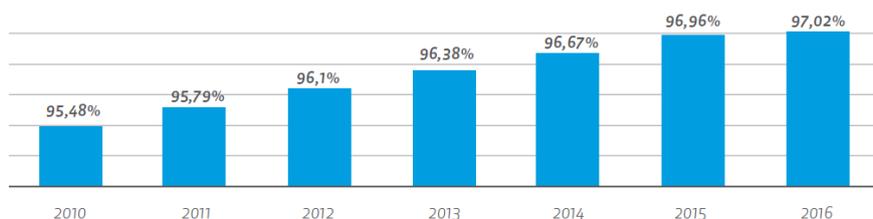


Figura 5. Índice de Cobertura del Servicio de Energía Eléctrica en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2018)

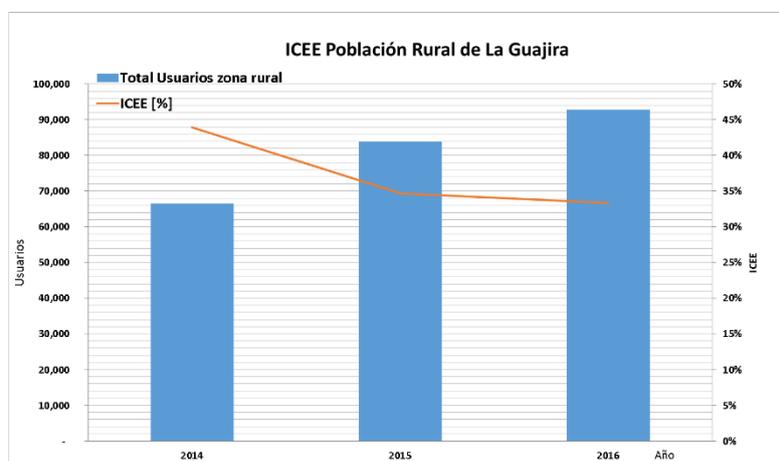


Figura 6. Índice de Cobertura del Servicio de Energía Eléctrica en La Guajira (elaboración propia)

Para llevar a cabo el plan de expansión en infraestructura eléctrica en La Guajira, el gobierno de Colombia expidió la resolución 40095 del 1 de febrero de 2016, estableciendo que para el 2022 se ampliaría la cobertura de energía en el departamento (UPME, 2019):

“(…) III. Obras Incorporación de renovables en La Guajira

- Dos subestaciones Colectoras en AC a 500 kV.
- Colectora 1: interconectada mediante un doble circuito en AC a Cuestecitas 500 kV.

- *Colectora 2: interconectada con un enlace en HVDC VSC de 550 kV DC bipolo entre Colectora 2 y Chinú.*
 - *Dos estaciones convertoras en las subestaciones Chinú y Colectora 2.*
 - *Segundo circuito en AC Copey - Cuestecitas 500 kV.*
- Fecha de entrada de obra de transmisión: noviembre 30 de 2022.”*

La resolución 400095 busca capitalizar el potencial eólico y solar de la región Caribe dentro del SIN por medio de una infraestructura capaz de distribuir la electricidad generada en La Guajira y otros departamentos como Cesar y Magdalena hacia el interior del país, ya que los tres comparten infraestructura eléctrica. Particularmente para La Guajira la obra fue dividida en diferentes fases con base a estudios realizados en años anteriores¹, concluyendo bajo la Resolución 40629 de 2016 las obras que van a ser ejecutadas en la primera etapa, que con una capacidad de 600MW consta de (UPME, 2019):

- Una Subestación Colectora 1 AC a 500 kV
- Colectora 1 interconectada mediante dos circuitos a Cuestecitas 500 kV
- Nuevo Circuito Cuestecitas – La Loma 500 kV

A finales de 2019 la instalación de la subestación Colectora se encontraba en etapa de consulta previa, no se cuenta con una fecha de cierre para esta etapa del proceso y por consiguiente se prevé un retraso en la finalización del proyectos, ya que cada agrupación de comunidad étnica es la que establece los tiempos para el desarrollo de las reuniones en la consulta y la dinámica (López, En vilo, la interconexión de energía renovable de La Guajira, 2019).

Actualmente la UPME se encuentra trabajando en propuestas adicionales para ampliar el alcance de la resolución 400095 y expandir la capacidad de conexión del SIN en La Guajira, ya que además del retraso los 600 MW disponibles no son suficientes para recibir la capacidad de generación de los proyectos actualmente avalados por Colciencias (UPME, 2019). La Tabla 1 presenta el potencial de generación eléctrica solar y eólica por departamento para proyectos de aprovechamiento de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable – FNCER, en total el potencial de la región asciende a 4543 MW. El potencial de generación eléctrica de los proyectos del departamento de La Guajira supera la capacidad carga de la infraestructura proyectada a 2022.

¹ Se utilizaron criterios de Resolución CREG 106 de 2006

DEPARTAMENTO	MAYOR (MW)	MENOR (MW)	TOTAL (MW)
Cesar	300	89,4	389,4
Solar	300	89,4	389,4
Guajira	4144,1	0	4144,1
Eólico	3778,1	0	3778,1
Solar	366	0	366
Magdalena	99,9	19,9	119,8
Solar	99,9	19,9	119,8
Total general	4543,95	109,3	4653,28

Tabla 1 Solicitudes de Proyectos que Cumplen con Requisitos Mínimos (UPME, 2019)

Con base en los estudios de la UPME y el Ministerio de Minas y Energía, se puede concluir que no es posible cubrir en el corto plazo el déficit de cobertura de energía eléctrica en La Guajira que asciende a 12.7 MWh². Es claro que a pesar de que existen proyectos de gran envergadura para la expansión del SIN, el departamento de La Guajira no cubrirá su déficit de cobertura de energía eléctrica antes de que se inicie la tercera década del siglo XI.

En relación con las zonas rurales y apartadas, el gobierno de Colombia ha diseñado el Plan Nacional de electrificación Rural (PNER 2017-2031), en el cual se definen los criterios de priorización y planificación de las inversiones necesarias para electrificar las poblaciones rurales. En el PNER se cuantificó el total de recursos económicos que se requieren para lograr la universalización del servicio de energía eléctrica en Colombia, \$6.14 Billones de pesos, de los cuales \$1.93 Billones pesos están destinados a la expansión del SIN, mientras que los \$4.21 Billones de pesos restantes son para atender aquellas viviendas que requieren una solución aislada. La Tabla 2 muestra la distribución de recursos por entidad y fecha de asignación de este.

FUENTE	2017	2018	2019 - 2022	2023 - 2026	2027 - 2031	TOTAL
FAZNI	\$ 96.189	\$ 57.074	\$ 0	\$ 222.920	\$ 281.189	\$ 657.372
IPSE	\$ 67.631	\$ 0	\$ 416.725	\$ 219.224	\$ 289.557	\$ 993.137
FAER	\$ 100.858	\$ 89.817	\$ 96.940	\$ 111.180	\$ 165.496	\$ 564.291
Plan Todos somos Pazcífico	\$ 26.803		\$ 67.602	\$ 0	\$ 0	\$ 94.405
Obras por impuestos	\$ 0	\$ 0	\$ 44.182	\$ 0	\$ 0	\$ 44.182
OCAD PAZ	\$ 0	\$ 0	\$ 9.523	\$ 7.321	\$ 9.423	\$ 26.267
Operadores de red	\$ 0	\$ 0		\$ 0	\$ 0	\$ 0
Total	\$ 291.481	\$ 146.891	\$ 634.972	\$ 560.645	\$ 745.665	\$ 2.379.654

Tabla 2 Estimación de recursos necesarios para la ampliación del servicio de energía eléctrica 2017-2031. Cifras en miles de millones de pesos. (Ministerio de Minas y Energía, 2018)

A la fecha, ni el plan de expansión del SIN, ni el plan de electrificación rural de Colombia contienen propuestas contundentes para solucionar el déficit de cobertura de energía eléctrica en La Guajira. El departamento cuenta con población altamente dispersa,

² Con base en la Legislación Colombiana (resolución de la UPME 355 de 2004) para el consumo de energía en hogares. La ley establece que el consumo de energía mínimo para que un hogar ubicado por debajo de los 1000m sobre el nivel mar subsista, debe ser mínimo de 173KWh/mes, que equivale 5.7KWh día. En La Guajira existe un total de 204.507 viviendas de acuerdo a cifras del (SIEL, 2015) de las cuales 26% se encuentran sin cobertura del fluido eléctrico; la cifra se encuentra siguiendo los pasos de cálculo.

por lo que cubrir el déficit de cobertura de energía eléctrica implica altos costos para el gobierno nacional bajo el esquema de ampliación del SIN. “Estas comunidades se encuentran en áreas muy alejadas del Sistema Interconectado Nacional, lo que hace que sea financieramente inviable ampliar el servicio de la red.” (BID, 2017). Los estudios realizados muestran los altos costo de ampliar el SIN para atender las necesidades de la población Wayuu que hace parte de las Zonas No Interconectadas (ZNI). Se hace necesario entonces desarrollar soluciones locales para la generación de energía eléctrica a pequeña escala, con el objetivo de facilitar el acceso al servicio por parte de comunidades rurales, pobres y aisladas para mejorar su bienestar, reducir sus índices de pobreza y mejorar sus condiciones de vida que pueden medirse con índices como el NBI o el Happy Life Years (HLY) (Castro-Sitiriche & Ndoye, 2013).

Se espera que estas soluciones promuevan el uso de fuentes de energía renovables, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que se enmarcan en el CONPES 3918, y con los cuales Colombia está comprometida (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Estudios realizados por la UPME destacan el potencial energético solar en la península de La Guajira, con un valor promedio de radiación solar de 6.0 kWh/m², muy atractivo para su aprovechamiento a través de paneles fotovoltaicos (UPME, 2015). Así pues, las condiciones geográficas del departamento de La Guajira favorecen la disponibilidad del recurso solar y permiten un acercamiento al ODS 7, *energía asequible y limpia*, con efectos importantes sobre el ODS 1 *Fin de la pobreza*. de

El objetivo de este estudio es desarrollar un modelo de generación de valor capaz de evaluar múltiples alternativas de aprovechamiento de la energía solar para generación de electricidad en el departamento de La Guajira. Con lo anterior se busca determinar si los proyectos a pequeña escala que quieren implementarse en la región mejoraran la calidad de vida de las comunidades que habitan en las zonas aisladas del departamento y que no cuentan con acceso a la energía eléctrica. Para cumplir con los objetivos propuestos se aplicarán tres metodologías integradas y enfocadas en recolección de información, clasificación y análisis de datos: (i) Sistema de innovación en tecnología (TIS), (ii) análisis de componentes principales (ACP) y (iii) metodología de medición del valor.

Para responder a la pregunta de investigación ¿Cuál sería un modelo de generación de valor que evalúe las alternativas de implementación de tecnologías de generación eléctrica a pequeña escala a partir de energía solar para beneficio de comunidades aisladas en la Guajira?, se plantean tres objetivos específicos que se desarrollan a lo largo del documento: (i) Analizar las barreras que han impedido la difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira y las acciones que se han tomado para superarlas, utilizando la metodología Sistema de Innovación en Tecnología, (ii) Identificar las sinergias entre las barreras y acciones analizadas y las necesidades de los habitantes de La Guajira mediante la aplicación de una encuesta y de la metodología de Análisis de Componentes Principales y (iii) Formular un modelo para la evaluación de

proyectos de generación a pequeña escala incorporando las especificidades de las zonas aisladas de La Guajira, utilizando la Metodología de Medición del Valor.

El modelo de generación de valor propuesto proporciona un mecanismo de evaluación de proyectos de energía eléctrica solar a pequeña escala que incorpora las necesidades del beneficiario a través de un análisis de los factores particulares del lugar y la opinión de los actores involucrados. La evaluación de un proyecto bajo el mecanismo desarrollado permite identificar aspectos que no se tienen en cuenta en el modelo tradicional de evaluación de proyectos y son fundamentales para difusión de la generación eléctrica solar en beneficio a las comunidades aisladas del departamento de La Guajira, lo que implica un mejor aprovechamiento de recursos del Gobierno que son de carácter limitado.

2. MARCO CONTEXTUAL Y CONCEPTUAL

En este capítulo se presentan el contexto y los conceptos necesarios para desarrollar esta investigación. En la primera parte se expone el marco político y social de la problemática que se estudia. En la segunda parte se refieren los conceptos técnicos relacionados con energía eléctrica y difusión tecnología, sumados a las bases conceptuales que definen las metodologías a utilizar.

A – Marco contextual

En Colombia la capacidad instalada de generación eléctrica por medio de energía solar se encuentra rezagada frente a otras fuentes de generación de electricidad. La capacidad instalada era tan pequeña que fuentes como la UPME no la consideraban. La Tabla 3, por ejemplo, muestra en detalle la capacidad instalada para generación de energía eléctrica en Colombia por tipo de tecnología para el año 2015. Esta tabla no indica la participación de energía solar. Si se amplía el detalle por departamento (Tabla 4), se encuentra que La Guajira a pesar de su potencial eólico y solar, solo contaba con una iniciativa de generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables; la iniciativa es un parque eólico llamado Jepirachi desarrollado el grupo privado EPM. La UPME aclara que “la ausencia de proyectos eólicos hoy en día más allá del parque eólico de Jepirachi (19,5 MW de capacidad nominal) responde a la existencia de barreras que impiden o complican la viabilidad de estos proyectos por factores como son, en el caso de La Guajira, la falta de la infraestructura eléctrica necesaria para desalojar la energía producida hacia el interior del país, la complejidad de los procesos de negociación con las comunidades que habitan la región y, en términos generales, la ausencia de un marco normativo y regulatorio que viabilice la participación de este tipo de energía de carácter variable en el mercado eléctrico nacional y que valore el aporte que esta le haría al sistema en términos de complementariedad hídrica.” (UPME, 2015)

Sin embargo, la situación ha cambiado recientemente y a finales del año 2019 se adjudicaron en Colombia nueve proyectos de FNCER por un total de 1.398 MW, de los cuales seis son eólicos y estarán ubicados en el departamento de La Guajira. Se espera que los proyectos estén operando para finales del 2022 y amplíen en aproximadamente un 10% la capacidad instalada del país. Cabe resaltar que los proyectos recientemente adjudicados, son una apuesta del Gobierno de Colombia para aumentar la participación de las FNCER dentro la canasta de energética del país y reducir los costos de energía eléctrica que pagan los colombianos, pero es importante aclarar que dentro del alcance no se plantea una solución directa para aumentar ICEE de las comunidades aisladas en el país, dado que las soluciones previstas harán parte del SIN. En consecuencia, estos proyectos no permitirán mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales y alejadas del SIN y por lo tanto no se espera una mejora en indicadores como el NBI ni en el avance hacia las metas ODS.

Tecnología	Potencia (MW)	Participación (%)
Hidráulica	10.919,80	70,41%
Térmica/Gas	1.684,40	10,86%
Térmica/Carbón	1.172,00	7,56%
Líquidos	1.366,00	8,81%
Gas/Líquidos	276	1,78%
Viento	18,4	0,12%
Biomasa	72,3	0,47%
Total	15.508,90	100%

Tabla 3. Capacidad instalada para generación eléctrica por tipo tecnología en Colombia (UPME, 2015)

REGION/DPTO	ACPM	AGUA	BIOMASA	CARBON	COMBUSTOLEO	GAS	JET AI	GAS JET-AI	VIENTO	TOTAL
ANTIOQUIA	364	4.369,70		5						4738,7
ANTIOQUIA	364	4.369,70		5						4738,7
CHOCÓ	0									0
CARIBE	462	338		296		297	1.331,00		18,4	2742,4
ATLÁNTICO	153					110	1.241,00			1504
BOLÍVAR	309					187	90			586
CÓRDOBA		338								338
GUAJIRA				296					18,4	314,4
CESAR										0
MAGDALENA										0
SUCRE										0
NORDESTE		1.838,00		482		276,6		276		2872,6
BOYACÁ		1.000,00		327						1327
CASANARE							109,6			109,6
NORTE SANTANDER				155						155
SANTANDER		838					167	276		1281
ORIENTAL		2.092,90		225						2317,9
BOGOTÁ D.C		4,3								4,3
CUNDINAMARCA		2.088,60		225						2313,6
META										0
GUAVIARE										0
SUROCCIDENTE	197	2.281,20	72,3			240,8	46			2837,3
CALDAS		585,6					46			631,6
CAUCA		322,7	25							347,7
HUILA		551,1								551,1
NARIÑO		23,1								23,1
PUTUMAYO		0,5								0,5
QUINDÍO		4,3								4,3
RISARALDA		8,5	5,5							14
TOLIMA		142					11,8			153,8
VALLE	197	643,4	41,8				229			1111,2
CAQUETÁ										0
Total general	1023	10920	72	1008	297	1848	46	276	18	15509

Tabla 4. Capacidad instalada en cada región por tipo de recurso [MW] (UPME, 2015)

La comunidad internacional ha declarado la importancia de involucrar a las comunidades en la planeación y desarrollo de los proyectos de suministro de energía eléctrica con el fin de asegurar su impacto en términos de desarrollo sostenible (Organización Internacional del Trabajo, 2011). También ha enfatizado que los pueblos indígenas tienen la capacidad de determinar y elaborar prioridades y estrategias para el ejercicio de su derecho al desarrollo. En particular, los pueblos indígenas tienen derecho a participar activamente en la elaboración y determinación de los programas de salud, vivienda y demás programas económicos y sociales que les conciernen y, en lo posible, a administrar esos programas mediante sus propias instituciones. (Naciones Unidas, 2007).

En Colombia existe la consulta previa que refleja el derecho fundamental que tienen los pueblos indígenas y los demás grupos étnicos, de poder decidir sobre medidas (legislativas y administrativas) o cuando se vayan a realizar proyectos, obras o actividades dentro de sus territorios, buscando de esta manera proteger su integridad cultural, social y económica y garantizar el derecho a la participación (Corte Constitucional de Colombia, 2003). Se fundamenta la consulta en el derecho que tienen los pueblos de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste

afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, en el derecho de dichos pueblos de participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente (Artículo 7 Convenio 169 de la OIT (Corte Constitucional de Colombia, 2019).

La consulta previa es un mecanismo de participación constitucional colectivo y un proceso de carácter público especial y obligatorio que debe realizarse previamente, siempre que se vaya a adoptar, decidir o ejecutar alguna medida administrativa o proyecto público o privado y legislativa, susceptible de afectar directamente las formas de vida de los pueblos indígenas en sus aspectos territorial, ambiental, cultural, espiritual, social, económico y de salud, y otros aspectos que incidan en su integridad étnica (Agencia Nacional de Minería, 2014). La Consulta debe realizarse teniendo en cuenta la representación y la autoridad de las comunidades, la interculturalidad y la lengua de las comunidades consultadas. La Consulta a los pueblos y las comunidades indígenas debe realizarse con las instituciones tradicionales de cada pueblo y a través de sus autoridades o las organizaciones que las representen, que son las indicadas para manifestar los impactos sociales y culturales que un proyecto pueda generar.

Finalmente, el gobierno de Colombia mediante el decreto 2893 de 2011 constituye la Dirección de Consulta Previa con el objetivo de garantizar la participación de las comunidades étnicas en los diversos procesos de consulta (Congreso de la República, 2011). El mecanismo de consulta previa busca que de manera conjunta (Ejecutor y Comunidad Étnica), antes de ejecutar un proyecto, identifiquen los impactos generados a sus prácticas colectivas, así como las medidas de manejo que prevendrán, mitigaran, corregirán o compensaran dichas afectaciones, logrando así salvaguardar la integridad étnica, cultural, social y económica de los pueblos indígenas y tribales que habitan en el territorio nacional (Ministerio del Interior, 2020). El Ministerio del Interior, contempla 5 etapas para el desarrollo de la consulta previa:

- “Certificación: Toda persona natural o Jurídica interesada en ejecutar un proyecto obra o actividad solicita al Ministerio del Interior –Dirección de Consulta Previa- la presencia o no de comunidades étnicas en el área de influencia del proyecto obra o actividad.
- Coordinación y preparación: Una vez certificada la presencia de comunidades étnicas en el área de influencia del proyecto obra o actividad, la Dirección de Consulta Previa programa una reunión con las entidades relacionadas en el proyecto.
- Preconsulta: Se convoca a las partes, se realiza un dialogo previo con los representantes de las comunidades étnicas involucradas, se construye ruta metodológica de la Consulta Previa con los lugares y las fechas en que se efectuaran las reuniones pertinentes

- Consulta: Se convoca a las partes, la Dirección de Consulta Previa junto con el ejecutor y los representantes de las comunidades étnicas definen las medidas de manejo adecuadas para prevenir, corregir, mitigar o compensar las potenciales afectaciones que generará el proyecto. Se protocolizan los acuerdos a través de un acta de acuerdos.
- Seguimiento: La Dirección de Consulta Previa se asegura de que lo protocolizado en la consulta previa sea efectivamente realizado por las partes, según los plazos acordados” (Ministerio del Interior, 2013).

Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

El gobierno de Colombia utiliza el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI para cuantificar el bienestar y calidad de vida de la población del país, implementado en el país a partir de 1985 ha significado para Colombia la identificación de carencias críticas de la población y para la caracterización de la pobreza. El DANE define que “La metodología de NBI busca determinar, con ayuda de algunos indicadores simples, si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas. Los grupos que no alcancen un umbral mínimo fijado son clasificados como pobres.” (DANE, 2018). Los indicadores utilizados son:

- Viviendas inadecuadas.
- Viviendas con hacinamiento crítico.
- Viviendas con servicios inadecuados.
- Viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo.
- Viviendas con alta dependencia económica.
- Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela.

En el ámbito internacional se utilizan otros indicadores para cuantificar el bienestar de una población, un ejemplo es el índice de Happy Life Years. El índice HLY mide el grado de satisfacción de una persona frente a su vida, visto como el nivel de felicidad. Las personas que viven en condición de pobreza reflejan puntajes bajos en el indicador HLY principalmente por sus problemas económicos, falta de oportunidades y bajo desarrollo social, entre estos el acceso a la energía. Castro & Mandoye (2013) mostraron cómo el bienestar y la calidad de vida de una población está directamente relacionado con el consumo de energía eléctrica; el resultado de la investigación provee información relevante para la toma de decisiones y el desarrollo de políticas estatales sustentado en los resultados de otros países. EL HLY recopila los resultados de una encuesta y calcula los años de vida que se esperan vivir plenamente con base en la combinación de la expectativa de vida y la normalización de la satisfacción de la vida.

La Figura 7 presenta el valor HLY para diferentes países, el eje X de la ilustración corresponde al consumo de energía eléctrica per cápita, mientras que el eje Y muestra el

estimado de HLY. Entre mayor sea el valor del índice HLY mayor es la calidad de vida de las personas.

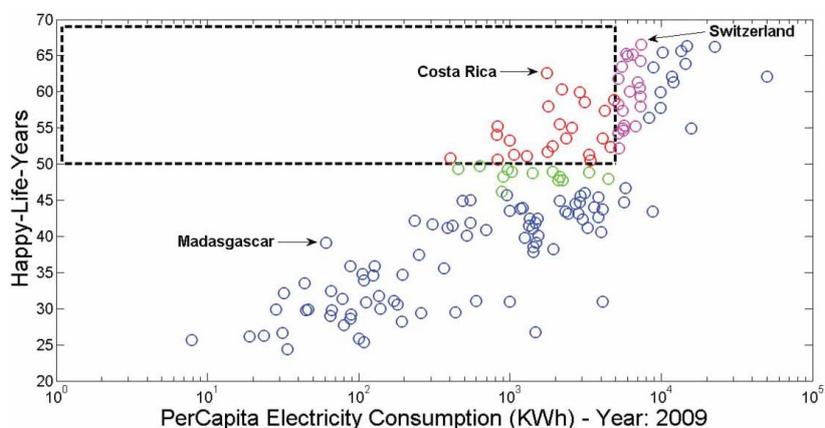


Figura 7. Happy Life Years (HLY) versus Annual Per-capita Electric Energy Consumption (kWh). (Castro-Sitiriche & Ndoye, 2013)

Si se considera la última información disponible sobre el HLY, el consumo de energía per cápita del departamento de La Guajira (75 kWh^3) se asemeja al de países africanos como Madagascar, en tanto que Colombia, con un consumo de 1000 kWh per cápita por año puede compararse, en términos de HLY, a Uruguay o Malta; la Figura 8 es una representación esquemática de lo mencionado. Lo anterior refleja no solamente la enorme desigualdad que existe en el país sino la relación de la calidad de vida de sus habitantes con el consumo de energía eléctrica. Una revisión del NBI en Colombia confirma que los municipios ubicados en zonas no interconectadas tienen altos índices de necesidades básicas insatisfechas, generalmente mayores que los de aquellos que, por hacer parte del SIN, cuentan con acceso pleno a los servicios de electricidad (Cámara de Comercio de La Guajira, 2016). La Figura 9 es una comparativa del NBI para la entre la población del departamento de La Guajira que habita en zonas rurales y los viven en zonas urbanas, no es coincidencia que el noroeste del departamento sea el lugar con mayor NBI en la región ya que es donde se encuentran ubicados los asentamientos indígenas (Figura 1) y también es una zonas pobladas de mayor dispersión geográfica (Figura 2).

³ De acuerdo a cifras del PERS Guajira (Corpoguajira, 2014) el consumo mensual de energía eléctrica del departamento es de $5.676.351 \text{ kWh/mes}$ a cifras del 2014. El DANE reporta una población de 902.386 habitantes al año 2013. Realizando los pasos de cálculo se obtiene la cifra. No se considera que la diferencia por utilizar datos de 2014 afecte el análisis, dado que las cifras de interés son las del departamento La Guajira.

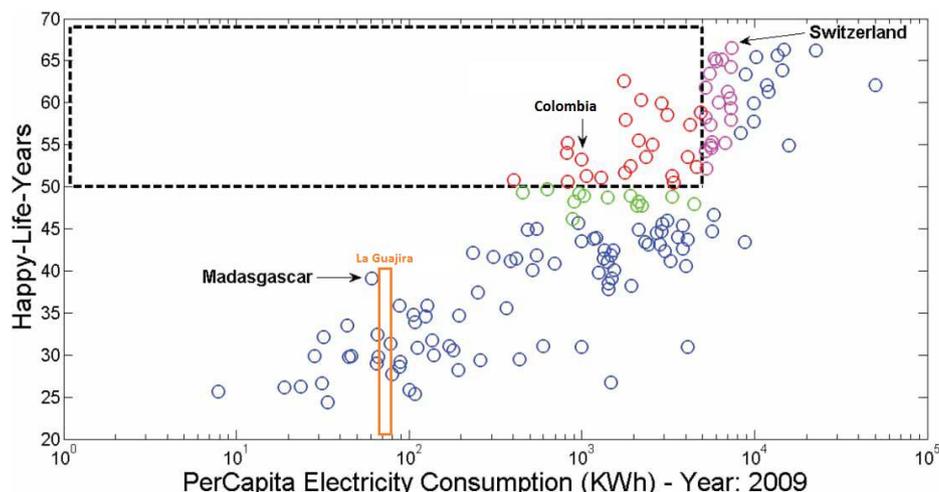


Figura 8. Años de Vida Felices esperados en función del consumo de energía eléctrica, se incluye Colombia y la Guajira.⁴

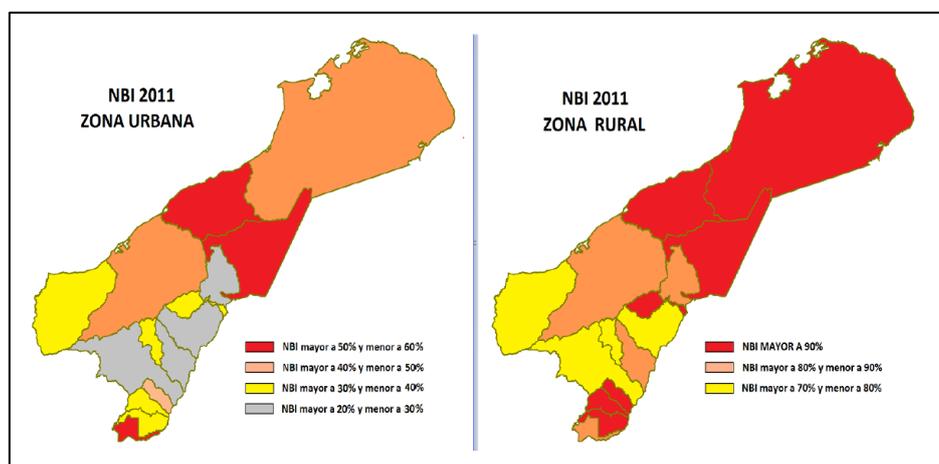


Figura 9. Comparativa NBI para el Departamento de La Guajira por zona rural y urbana (Cámara de Comercio de La Guajira, 2016)

Zonas No Interconectadas.

“Para todos los efectos relacionados con la prestación del servicio público de energía eléctrica se entiende por ZNI a los municipios, corregimientos, localidades, y caseríos no interconectados al SIN – Sistema Interconectado Nacional”. Artículo 1º, Ley 855 de 2003.

Las ZNI se caracterizan por tener un Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) mayor al 77%. (IPSE, 2014). En la Figura 10 se puede observar cómo está distribuido geográficamente el SIN y las ZNI en Colombia; el SIN cubre la tercera parte del territorio y brinda cobertura a cerca de un 96% de la población, mientras que las ZNI cubren los dos tercios restantes y suelen tener las siguientes características:

- Zonas dispersas (Baja Densidad Poblacional)

⁴ Fuente: elaboración propia a partir metodología de Castro & Mandoye que se refiere más adelante, en el marco contextual.

- Bajo nivel de consumo promedio.
- Baja capacidad de pago.
- Bajo nivel de recaudo.
- Altos costos de prestación de servicio de energía eléctrica.
- Alto nivel de pérdidas.
- Bajo nivel de micromedición.

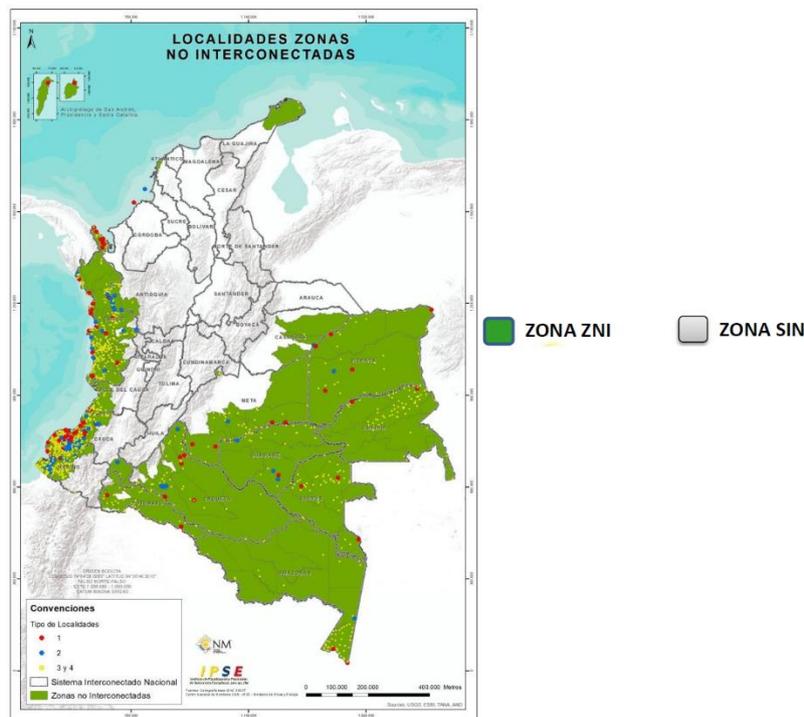


Figura 10. Distribución Geográfica ZNI (SGI&C, 2013).

El departamento de La Guajira cuenta con un total de 221.324 viviendas, de las cuales 128.463 están ubicadas en cabeceras municipales (100% ICEE) y el restante en zonas rurales. De las 92.861 viviendas restantes solo el 33.31% cuenta con servicio de energía eléctrica, ya sea por medio del SIN o por Fuentes No Convencionales de Energía aisladas; en total existen 61.928 viviendas ubicadas en comunidades sin servicio de energía eléctrica (DANE, 2018).

Sistemas de generación de energía eléctrica

Son aquellos sistemas en los que se transforma energía química, mecánica, térmica o solar, entre otras, en energía eléctrica. De acuerdo con la Ley 1715 de 2014, la UPME es la encargada de definir los límites máximos para los sistemas de generación de energía eléctrica en Colombia; en el 2015 se hizo la última revisión y la UPME determinó que los sistemas de generación de energía eléctrica en Colombia se clasifican en tres tipos dependiendo de la magnitud de energía que demanda la población dentro de cada grupo: (UPME, 2015)“

- Sistemas de pequeña escala: que pueden corresponder a sistemas residenciales de capacidad máxima instalada no superior a 10 KW o a pequeños negocios y empresas con capacidad máxima instalada de 30 KW de potencia.
- Sistemas de mediana escala: que no han de exceder capacidades instaladas máximas de 500 KW, correspondiendo principalmente al caso de industrias y grandes comercios.
- Sistemas de generación comunitaria: que corresponden a sistemas colectivos (comunes a varias personas) cuyo límite de capacidad máxima instalada está dado por el producto de las capacidades de 10 kW para residencial o 30 kW para comercial, multiplicados por el número de clientes o usuarios finales adscritos en el contrato.”

Sistemas de generación eléctrica solar de pequeña escala

Un sistema fotovoltaico de pequeña escala es aquel capaz de generar electricidad en el rango de 1 kWh a 1000 kWh. Funciona a partir de dispositivos o paneles que convierten directamente la luz solar en electricidad usando celdas fotovoltaicas interconectadas. Al-omary, Kaltschmitt & Becker (2017), evalúan técnica y económicamente un proyecto de generación de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos. El aspecto técnico implica la caracterización del panel fotovoltaico de acuerdo al potencial en términos de radiación de la región, en tanto que el aspecto económico implica calcular todos los costos asociados a inversión, operación y mantenimiento de los equipos.

Los estudios realizados por el Gobierno de Colombia en cabeza de la UPME muestran que en general, “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 radiación solar de 6.0 kWh/m² y la Orinoquia, con un valor un poco menor, propicio para un adecuado aprovechamiento.” (UPME, 2005). El promedio de irradiación solar anual a nivel mundial es de 3.9 kWh/m²/d (UPME, 2015), el continente con mayor nivel de irradiación solar es Australia, con promedios diarios entre 4 y 6 kWh/m² a lo largo de un año. (Kanir, Kumar, Kumar, Adelodun, & Kim, 2018). Así pues, las condiciones geográficas del departamento de La Guajira favorecen la disponibilidad del recurso solar, por lo que sistemas de generación de energía eléctrica solar a pequeña escala cobran interés. Sin embargo, se presentan barreras que ha impedido la difusión de esta tecnología en el departamento de La Guajira.

Difusión Tecnológica

La difusión tecnológica es un proceso a través del cual la humanidad adopta tecnologías para producción de bienes o servicios a partir de experiencias dadas en otros grupos de individuos. La difusión tecnología requiere particularmente que la tecnología exista en otra cultura, que este localizada en otro lugar y adicionalmente que exista un

proceso de transferencia de artefactos y técnicas de su uso. (Arango & Duque, 2015). Por otro lado, si requiere hacer modificaciones a una tecnología para lograr implementarla a unas condiciones particulares, el proceso se conoce como adaptación tecnológica; si la tecnología no existía con anterioridad se denomina innovación. (ECYT-AR, 2017). El concepto de difusión tecnológica es clave para interpretar el grado de penetración de las tecnologías para generación de energía eléctrica por medio de energía solar en La Guajira, sustentado en el marco contextual del sistema de innovación en tecnología.

B – Marco conceptual – Metodología

En esta sección se definen los conceptos utilizados para la aplicación de la metodología integrada necesaria para proponer el modelo de valor. Se conectan varios métodos de recopilación y análisis de información como Sistemas de Innovación en Tecnología (TIS) y Análisis de Componentes Principales (PCA por sus siglas en inglés) con métodos para toma de decisiones bajo multicriterio como Análisis de Proceso Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés), todo con el enfoque de medición de valor (VMM por sus siglas en inglés).

Sistema de Innovación en Tecnología (TIS)

Es una metodología que permite agrupar en una red dinámica un conjunto de agentes que interactúan entre sí bajo un contexto económico/industrial específico, los cuales están involucrados en la generación, difusión y utilización de una tecnología (Markarda, Hekkert, & Jacobsson, 2015).

La estructura del TIS está compuesta por actores, redes e instituciones:

- **Actores:** Son individuos, empresas públicas o privadas, universidades, centros de investigación, etc. que contribuyen al desarrollo y difusión focalizado de una tecnología.
- **Redes:** Son las relaciones entre los diferentes actores en el sistema, las cuales incluyen la cadena de valor de producto, interacciones universidad-industria, redes políticas, etc. que por medio de su interacción influyen a las instituciones.
- **Instituciones:** Se refiere al marco de referencia en el cual se desenvuelve el contexto, este incluye el conjunto de normas, creencias, rutinas, leyes, estándares, etc. que regulan la relación entre actores

Generalmente el TIS se combina con la metodología de Análisis de Eventos Históricos (EHA) para la recolección de información y construcción del marco contextual (véase Tabla 5). La EHA es una guía para investigar información de sucesos pasados, consiste en una búsqueda cronológica por medio de las fuentes primarias bajo un conjunto de variables definido (Mills, 2011).

La primera etapa de la aplicación de la metodología TIS es la recolección de información y posterior relación de la EHA en la línea del tiempo frente al desarrollo de la tecnología en el caso de estudio. (Kebede & Mitsufuji, 2017)

La Tabla 5 contiene el marco contextual de las TIS, que actúa como guía para clasificar la información obtenida en términos de dos componentes, funciones del sistema y factores particulares del lugar. Las funciones del sistema son el conjunto de interacciones que buscan fomentar la difusión tecnología, generalmente se estas iniciativas y son impulsados por un grupo de actores, por ejemplo: Gobierno, ONG, empresa privada, etc. Los factores particulares del lugar son el marco bajo el cual se ha desarrollado el grupo que adopta la tecnología, involucra los diferentes aspectos particulares de un lugar y sus características. Para identificar el grado de difusión tecnológica de la energía eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira es fundamental entender cuáles han sido los aportes de todos los actores involucrados a lo largo de los años y las características particulares de las comunidades aisladas que habitan en la región.

Las funciones del sistema son:

- Actividades Empresariales
- Desarrollo de Conocimiento
- Capacidad de adaptación Creativa
- Difusión del Conocimiento
- Orientación a la investigación
- Formación del Mercado
- Recursos económicos Locales
- Recursos económicos y de conocimiento de extranjeros
- Creación de legitimidad por mecanismos formales
- Creación de legitimidad por terceros

Los factores particulares del lugar bajo el marco de las TIS son:

- Crecimiento Económico
- Conciencia Ambiental
- Cambio Climático
- Conflicto Armado
- Corrupción
- Inequidad: Acceso desigual a la educación

ID	Funciones del Sistema (F)	Descripción
1	Actividades Empresariales	Actividades realizadas por compañías que muestren interés en la nueva tecnología
2	a) Desarrollo de Conocimiento	Conocimiento existente alrededor de la nueva tecnología
	b) Capacidad de adaptación Creativa	Capacidad humana, organizacional e institucional de un país para recibir la nueva tecnología
3	Difusión del Conocimiento	Como entre actores se extiende el conocimiento de la nueva tecnología
4	Orientación a la investigación	Acciones del gobierno o compañía que generen expectativa sobre la nueva tecnología
5	Formación del Mercado	Mecanismo específicos que promueven el ingreso de la nueva tecnología al mercado de la energía
6	a) Recursos económicos Locales	Recursos financieros dispuestos por el gobierno para la nueva tecnología
	b) Recursos económicos y de conocimiento de extranjeros	Recursos financieros y asistencia técnica que aportan los actores internacionales para la nueva tecnología
7	a) Creación de legitimidad por mecanismos formales	Actividades de lobby que afectan la legitimidad y el apoyo a la nueva tecnología (formales)
	b) Creación de legitimidad por terceros	Actividades que afectan la legitimidad y el apoyo a la nueva tecnología (publico en general)

ID	Factores particulares del lugar (LF)	Descripción
1	Crecimiento Económico	Como las fortalezas y debilidades económicas del país afectan la aceptación de la nueva tecnología
2	Conciencia Ambiental	Como la conciencia ambiental puede influenciar la aceptación de la nueva tecnología
3	Cambio Climático	Como el cambio climático puede afectar la transición a la nueva tecnología
4	Conflicto Armado	Como el conflicto armado puede influenciar la adopción de la nueva tecnología
5	Corrupción	Como la corrupción puede afectar la transición a la nueva tecnología
6	Inequidad: Acceso desigual a la educación	Como el acceso a la educación puede influenciar la adopción de la nueva tecnología

Tabla 5 Marco Contextual de clasificación de información en TIS (Edsard, 2017)

Para una mejor interpretación de los resultados la metodología de Sistema de Innovación en Tecnología sugiere consolidar la información obtenida en el marco contextual (Tabla 5) bajo el concepto de agente, véase la Tabla 6 (Markarda, Hekkert, & Jacobsson, 2015). Un agente es un conjunto de interacciones bajo un contexto económico/industrial particulares, en el cual participan actores e instituciones; para el marco de las TIS en el contexto de difusión tecnológica se tiene el siguiente grupo de agentes:

- **Financiero:** Interacciones dependientes de flujo de dinero o capital económico.
- **Técnico:** Interacciones entre actores con conocimiento de la industria y formación profesional en el área.
- **Institucional, legislativo y político:** Interacciones reguladas por el conjunto de normas, creencias, rutinas, leyes, estándares, etc. del lugar o asociadas a la creación de legitimidad.
- **Conocimiento:** Comprensión del grupo que recibe la tecnología de todas las interacciones que se están llevando a cabo dentro del proceso de difusión tecnológica.
- **Mercado:** Interacciones entre el grupo de individuos que buscan promover un mercado o económica alrededor de la difusión de la tecnología.

ID	Funciones del Sistema (F)	Tipo Agente
1	Actividades Empresariales	Mercado
2	a) Desarrollo de Conocimiento	Conocimiento
	b) Capacidad de adaptación Creativa	Conocimiento
3	Difusión del Conocimiento	Conocimiento
4	Orientación a la investigación	Técnico
5	Formación del Mercado	Mercado
6	a) Recursos económicos Locales	Financiero
	b) Recursos económicos y de conocimiento de extranjeros	Financiero
7	a) Creación de legitimidad por mecanismos formales	Institucional/Legislativo/Político
	b) Creación de legitimidad por terceros	Institucional/Legislativo/Político

ID	Factores particulares del lugar (LF)	Tipo Agente
1	Crecimiento Económico	Mercado
2	Conciencia Ambiental	Conocimiento
3	Cambio Climático	Técnico
4	Conflicto Armado	Institucional/Legislativo/Político
5	Corrupción	Institucional/Legislativo/Político
6	Inequidad: Acceso desigual a la educación	Institucional/Legislativo/Político

Tabla 6. Clasificación del marco de las TIS por tipo de agente (Elaboración propia).

Metodología de Análisis de Componentes Principales (PCA)

Es una técnica de reducción de datos que usa principios matemáticos para reducir el número de variables observadas a un número menor de componentes principales en función de la varianza de los datos observados. La información por analizar puede provenir de datos históricos, tendencias, encuestas o patrones (Banguero, Correcher, Garcia, & Aristizabal, 2020).

Esquemáticamente la Figura 11 representa el concepto de la metodología PCA, donde el componente (ovalado) representa un factor no observado dentro de los datos, mientras que los elementos numerados (rectángulos) son las variables obtenidas directamente del ejercicio y las flechas representan las relaciones causales (Karytsas & Choropanitis, 2017).

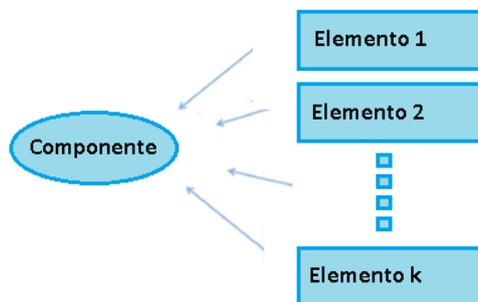


Figura 11. Esquema ilustrativo de la Metodología PCA (Karytsas & Choropanitis, 2017)

Con la metodología PCA se puede extraer la información más relevante de un conjunto de datos, comprimirla hasta dejar lo relevante y simplificar su descripción, finalmente se analizan las relaciones entre la información obtenida (componentes) y los datos originales. Lo anterior se logra por medio de la creación de nuevas variables llamadas componentes, que están compuestas por las variables originales. Por ejemplo, para el caso de una encuesta, las preguntas son las variables y las respuestas el conjunto de datos; en una encuesta con preguntas independientes entre sí no es posible determinar si una pregunta es más relevante que otra, pero por medio de PCA si se puede determinar qué grupo de preguntas (componentes) son las más importantes.

Para el PCA lo relevante no es la respuesta de un individuo a una pregunta puntual, sino como el conjunto de respuestas a múltiples preguntas y estas a su vez como se comparan las respuestas de otros individuos. La metodología de PCA detecta las relaciones entre cada una de las variables por medio de la varianza, posterior genera una desigualdad en la cual unos componentes van a agrupar una mayor cantidad de información y otros mucho menos (Suhr, 2009).

La Figura 12 muestra las etapas para aplicar la metodología PCA a los resultados de una encuesta, donde las variables de análisis son las preguntas que se realizan a la población de encuestados.

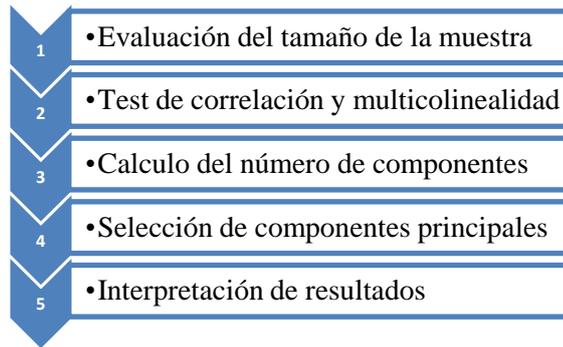


Figura 12. Etapas para el desarrollo de la metodología PCA (Karytsas & Choropanitis, 2017)

Para aplicar PCA a una encuesta se recomienda que los datos se encuentren tipo escala de Likert (Karytsas & Choropanitis, 2017); la escala Likert es utilizada en investigaciones para evaluar la opinión y actitudes de las personas. Cuando un usuario responde a un ítem en la escala de Likert está calificando su nivel de acuerdo o desacuerdo (McLeod, 2019). Para obtener respuestas a una encuesta en escala de Likert, basta con generar una pregunta general y asociarla a diferentes afirmaciones calificando el nivel de acuerdo o desacuerdo.

Antes de aplicar las etapas de la Figura 16 se debe validar la calidad de la información a analizar, la estadística descriptiva es una herramienta sencilla que permite caracterizar una muestra de datos. Para una encuesta diseñada con cuestionario en escala de Likert se sugiere evaluar la calidad de las variables por medio de conceptos básicos estadísticos como (Karytsas & Choropanitis, 2017):

- Máximo y mínimo: Los valores numéricos no deben superar el valor máximo y mínimo establecido en la Encuesta.
- Moda: Es la respuesta con mayor frecuencia para una misma pregunta, se espera que la moda no sean respuestas como “ni de acuerdo, ni en desacuerdo” o “no responde”, ya que la pregunta pierde validez.
- Población: Conjunto de individuos a estudiar, para este las encuestas diligenciadas que contengan elementos como tachones o enmendaduras se deben anular.

Para determinar el tamaño de la muestra (etapa 1 de la Figura 12) se utiliza el test de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), por medio de esta se prueba conoce el grado de confiabilidad y conveniencia de los datos se utilizados, ya que mide la proporción de varianzas de las variables para determinar si existe similitud en el comportamiento de los datos. Valores de KMO mayores a 0.7 indican que la muestra es satisfactoria y es viable aplicar el análisis de componentes principales; en caso de que el valor KMO sea menor 0.7 se debe calcular la matriz de componentes principales, determinar que variables afectan la varianza del modelo en función de su magnitud dentro del conjunto de vectores y posterior eliminarlas del grupo de datos a analizar. La regla general para el tamaño de la muestra sugiere que la relación entre el número de variables a analizar y el tamaño de la muestra sea de 1 a 5. (Costello & Osborne, 2005)

En la etapa 2 de la Figura 12 se realiza la prueba de esfericidad de Bartlett para determinar la correlación. Con la correlación se determina si las variables que se están analizando son independientes entre sí, un resultado de la prueba de Bartlett menor a 0.05 indica que las preguntas de la encuesta quedaron correctamente formuladas y se puede proceder con el PCA. Adicionalmente se evalúa la multicolinealidad, un valor mayor a 0.0001 en el determinante de la matriz de correlaciones⁵ indica que hay relación entre el total de variables analizadas, por lo que se procede a la siguiente etapa.

Para cumplir con las etapas 1 y 2 de la Figura 12 se utilizan las ecuaciones matemáticas o un software estadístico, lo relevante tener un conjunto de datos fiable, donde las variables sean independientes entre sí pero que estén relacionadas entre ellas.

La etapa 3 es la más compleja del PCA. Consiste en agrupar “n” variables en “m” componentes, para lo cual se calcula de la matriz de correlaciones y la matriz de componentes principales. Matemáticamente el ejercicio consiste en transformar un conjunto de datos X con dimensión “a x b” a otro conjunto de Y con dimensión “a x c”, esto se realiza escribiendo el conjunto de datos “a” en forma de matriz en función de cada variable “n” para posterior cálculo de los valores propios, donde este último viene siendo el peso de cada variable en los “m” componentes. Para calcular la matriz de correlación y la matriz de componentes principales se pueden aplicar las fórmulas matemáticas o computar el conjunto de datos en un software estadístico.

En la etapa 4 de la Figura 12 se analiza el resultado de la matriz de componentes principales. La matriz contiene la información agrupada por componente, los componentes con mayor porcentaje de varianza son los principales. Los componentes principales por seleccionar son aquellos que en el acumulado del porcentaje de varianza (mayor a menor) suman más del 50% de la varianza del modelo, el restante se considera información no relevante.

Finalmente, y como última etapa del PCA se evalúan, componente principal por componente principal, las variables más relevantes, para lo cual se toma el valor absoluto del coeficiente que acompaña la variable, distinguiendo valores pequeños y grandes. El PCA informa en cada uno de los componentes el conjunto de variables más relevantes (las de mayor valor absoluto) y un grado de relación entre ellos en función del signo del coeficiente, si un componente está compuesto por una variable con coeficiente negativo significa que son inversamente proporcionales.

En la metodología de PCA lo relevante no es la respuesta a una pregunta puntual sino la relación entre el conjunto de respuestas, se recomienda combinar su aplicación con otras metodologías de análisis de datos como la estadística descriptiva, para que al

⁵ La matriz de correlación mide y muestra la interdependencia en relaciones asociadas o entre cada pareja de variables y todas al mismo tiempo.

momento de clasificar y priorizar la información no se omita el contexto de la respuesta. La Tabla 7 representa un esquema de cómo se podrían evaluar los resultados de una encuesta combinando el PCA y la estadística descriptiva, el conjunto de respuestas de las variables que forman el componente principal 1. son las que toman relevancia dentro del análisis de la información, permitiendo así priorizar o descartar una variable.

Componente	Variable	Respuesta (Moda)	Análisis
Componente 1. es Principal	Variable "N"	Si	Priorizar
	Variable "M"	No	Descartar
	Variable "P"	Si	Priorizar
Componente 2.	Variable "X"	Si	No son componentes principales
	Variable "Y"	No	
	Variable "Z"	No	
Componente 3.	Variable "A"	No	
	Variable "B"	Si	
	Variable "C"	Si	

Tabla 7 Esquema de decisión frente a resultados de PCA y la estadística descriptiva. (Elaboración Propia)

Metodología para la Medición del Valor (VMM)

La VMM permite evaluar y valorar proyectos con componentes sociales y de innovación tecnológica utilizando un marco de referencia estructurado y comprensivo. El acercamiento a través de esta metodología permite extender las bondades del método tradicional de evaluación de proyectos financiero hacia un concepto de valor que incluya las necesidades del usuario, los beneficios para la comunidad en general, y los intereses gobierno como el ente que impulsa la iniciativa; siempre considerando los componentes de costos, riesgo y valor. (NASA, 2005).

El objetivo de la metodología para la medición del valor es cuantificar numéricamente el valor de un proyecto incluyendo parámetros diferentes al costo. Para poder evaluar cuantitativamente parámetros no financieros se requiere un marco de referencia para la toma de decisiones. La VMM recomienda desarrollar el marco de referencia en función de una estructura de valor, estructura de riesgo y estructura de costo.

Para un proyecto de desarrollo social e innovación tecnológica la estructura de valor está compuesta por cinco factores (NASA, 2005); y los factores a su vez se puede dividir en parámetros donde cada uno debe tener un criterio de evaluación. Los siguientes son los factores y parámetros implementados en el año 2005 por la NASA para evaluación de sus proyectos Geoespaciales en términos del retorno sobre la inversión:

1. Valor para el usuario directo: ¿Atiende la pregunta que quiere el usuario? Contempla todos los parámetros asociados a la interacción del beneficiario directo del proyecto con la solución.
 - Funcionalidad
 - Entendimiento
 - Facilidad de uso
2. Valor social: Son los parámetros que cuantifican el beneficio social de la solución para la comunidad y el público en general.

- Reproducibilidad
 - Información documentada
 - Participación de la comunidad
 - Participación de terceros
 - Mecanismos de financiación
3. Valor operativo para el gobierno: Son parámetros ideales para que el gobierno cuantifique la calidad del proyecto de innovación en tecnología y se prepare en función de sus políticas de desarrollo.
 - Indicadores de desempeño
 - Seguridad
 - Disponibilidad de la tecnología
 4. Valor financiero para el gobierno: Este tipo de parámetros evalúa el impacto económico del proyecto en el presupuesto del gobierno.
 - Capital de inversión
 - Costos
 5. Valor estratégico o político: Los parámetros que componen este factor buscan cuantificar los intangibles del proyecto enfocados en el desarrollo del país y objetivos estratégicos.
 - Impacto social
 - Transparencia
 - Cambio cultural
 - Tecnología local

Para priorizar cada uno de los factores y parámetros que componen la estructura de valor se pueden aplicar los siguientes métodos (NASA, 2005):

1. Establecer el valor bajo criterio individual bajo la búsqueda de un alcance particular.
2. Establecer el valor bajo criterio de un grupo de expertos en función de los intereses de una entidad.
3. Establecer el valor teniendo en cuenta la opinión de todos los actores involucrados en la iniciativa: Usuario, académicos, gobierno, empresa privada, etc.

Dado que la estructura de valor está compuesta en una forma jerárquica por factores y parámetros, es necesario asignar un peso⁶ a cada elemento que la compone. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés) permite efectuar esta asignación considerando los métodos 2 y 3 antes mencionados (NASA, 2005). De acuerdo con Saaty (1987) el AHP es una metodología de medición que permite cuantificar dentro de una misma escala tanto variables discretas como continuas, como herramienta

⁶ Por peso se puede hacer referencia a la importancia, o preferencia, o conjetura, o cualquier factor que este siendo considerado por quienes toman la decisión.

permite evaluar alternativas de solución a un problema por medio de un marco de referencia racional y comprensivo para facilitar la toma de decisiones bajo multicriterio. Saaty desarrolló una escala absoluta que va de 1 a 9 para comparar el grado de relevancia de una variable sobre otra, la normalización matemática de esta comparación determina los porcentajes de peso de cada variable, véase la Tabla 8.

Grado de importancia en una escala absoluta	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen de igual manera al objetivo
3	Importancia moderada de uno sobre otro	La experiencia y el juicio indica que una actividad es mas fuerte
5	Fuertemente importante	La experiencia y el juicio indica que una actividad es mucho mas fuerte que la otra
7	Muy fuertemente importante	Una actividad es considerablemente mas fuerte que la otra y esta demostrado en la practica
9	Extremadamente importante	La evidencia es contundente en términos que una actividad es superior sobre la otra.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios contiguos	Cuando se busca acordar
Recíprocos	Es el recíproco matemático de la comparación del grado de importancia cuando se compara una actividad en el orden opuesto	

Tabla 8 La escala fundamental (Saaty R. , 1987)

La aplicación de AHP a la estructura de valor permite discutir y evaluar la métrica de medición para parámetro en función de los beneficios esperados, lo cual permite comparar objetivamente proyectos con componentes sociales y de innovación tecnológica.

Adicional a los cinco factores para la medición del valor de un proyecto con componentes sociales y de innovación tecnológica, se recomienda tener en cuenta la estructura de riesgos y la estructura de costos. La estructura de riesgo articula los posibles impactos negativos sobre el proyecto en función de la afectación al valor de un factor o al sobrecosto. El objetivo de la estructura de costos es conocer la jerarquía de los elementos utilizados para estimar el costo en función de los drivers específicos del modelo. La estructura de riesgos y costos se debe tener en cuenta a la hora de comparar múltiples soluciones para una misma problemática particular.

3. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se presentan los trabajos de investigación realizados durante los últimos cinco años, relacionados con la difusión de tecnologías de FNCER y considerados relevantes para el objetivo del presente estudio. Para mayor claridad, el estado del arte se ha separado en dos sesiones, la primera muestra las investigaciones y trabajos internacional y la segunda se circunscribe al contexto colombiano.

En el ámbito internacional Karytsas & Choropanitis (2017) realizan un análisis de las barreras que han impedido la difusión de la climatización por medio de energía geotérmica en hogares de Grecia y las acciones que podrían favorecer el uso de esta energía; se utiliza la metodología Análisis de Componentes Principales (PCA). Se realizó una encuesta en escala de Likert a 162 actores del sector de la energía en Grecia (industriales, académicos e investigadores) para priorizar el conjunto de barreras y acciones propuestas por los autores, las respuestas fueron recolectadas y analizadas usando el software estadístico SPSS 20. Los resultados de la investigación muestran que los factores que más contribuyen a la difusión de una tecnología son: constitución de un marco regulatorio, desarrollo tecnológico local, incentivos financieros y actividades de concientización con el medio ambiente.

Por otro lado, Ahmad & Mat Tahar (2014) aplicaron la metodología AHP para hacer una aproximación a la problemática de generación de energía eléctrica en Malasia. El país del continente asiático depende en un 90% de generación eléctrica por medio de combustibles posibles, lo cual genera preocupación en el gobierno por su alta dependencia de fuentes convencionales de energía. En búsqueda de una alternativa energética para el remplazo de los combustibles fósiles los autores hicieron una investigación y análisis de la información basados en cuatro criterios: técnico, económico, social y ambiental; posteriormente la información disponible fue jerarquizada en doce subcriterios y aplicado el método AHP. El resultado de la evaluación mostró que en Malasia la energía solar es la mejor alternativa para remplazar el uso de combustibles fósiles, seguido por la generación energía eléctrica a partir de la biomasa, los criterios más relevantes fueron el económico y técnico, con un 52% y 26% del peso del modelo respectivamente; adicional los autores resaltan la poca información disponible y el rezago frente a países como Estados Unidos en lo que refiere a investigaciones sobre el tema.

Luthra, Kumar, Garg, & Haleem (2015) llevaron a cabo una investigación literaria y análisis de las barreras que han dificultado la adopción de las energías renovables en India; en su revisión los autores identificaron un total de veinte ocho barreras que clasificaron en siete dimensiones por medio de una lluvia de ideas: Económicas & Financieras, Mercado, Conciencia e Información, Técnicas, Ecológicas & Geográficas, Culturales & Comportamentales, Políticas & Gubernamentales. Basados los resultados de un cuestionario desarrollado en un taller con expertos, los autores priorizaron las 28 barreras utilizando la metodología AHP. Con la investigación de Luthra, Kumar, Garg,

& Haleem se concluye que en India el principal obstaculo para la adopción de las energías renovables es la dimensión Ecológica & Geografica, siendo las barreras de dificultades ambientales y escasas de recursos naturales y renovables las mas relevantes.

En el año 2014, Cannemi, García, Aragonés, & Gómez presentan los resultados de su investigación (Modeling decision making as a support tool for policy making on renewable energy development) sobre los modelos de toma de decisiones en proyectos de energía renovable desde el punto de visto del inversionista. Los autores desarrollaron un análisis de como incentivar a los inversionistas a participar de proyectos de plantas de energía de la biomasa en Italia utilizando la metodología ANP. En el análisis llevado a cabo participaron múltiples actores: expertos en la materia, el inversionista y la entidad pública responsable por promover el uso de las energías renovables; en conjunto se establecieron cuatro dimensiones para la evaluación de proyectos de plantas de biomasa. La primera dimensión es la socioambiental, la segunda la tecnológica, la tercera la económica y la cuarta el modelo de negocio. Los autores concluyen que este tipo de ejercicio es vital en el inversionista para alinear su estrategia con los incentivos del sistema, mientras que para el sector público el análisis aporta información relevante sobre cómo desarrollar una política pública que cautive al sector privado a hacer inversiones en la energía renovable.

La evaluación realizada por Gonzalez, Grágeda y Ushak (2017) demostró que es posible purificar agua salobre y con alta concentración de arsénico (2.04 mg/L) por medio de un sistema alimentado por energía solar. En un desierto ubicado al norte de Chile, específicamente en la ciudad de Antofagasta, se desarrolló un módulo fotovoltaico piloto capaz purificar agua con un consumo promedio de 5.46–6.98 kWh/m³, el equipo está compuesto por una bomba que toma agua de un pozo subterráneo y la impulsa por un conjunto de membranas que por medio de electrodiálisis eliminan las impurezas del agua. Dependiendo de la composición del agua es posible configurar el comportamiento del módulo, las pruebas demostraron para el agua que el total de solidos suspendidos y las concentraciones de ciertos elementos se ven afectados por un cambio de voltaje y tiempo de exposición. Se concluyó que un sistema de baterías de 12.8V es necesario para estabilizar el proceso y se recomienda tener un controlador automatizado para optimizar el consumo de energía y garantizar la calidad del agua.

Un caso de éxito de aplicación de las TIS en el fomento de la energía solar a pequeña fue el Kebede y Mitsufuji (2017) en Etiopia, los autores muestran como el desarrollo de tecnología local para paneles fotovoltaicos favoreció el crecimiento del mercado, pasando de lo que en un inicio fue una difusión tecnología a un proceso de investigación y desarrollo impulsado por el gobierno, trayendo consigo el desarrollo de conocimiento bajo el concepto de aprender haciendo y aprender usando.

Kassem, Al-Haddad, Komljenovic, & Schiffauerova en el 2016 presentan un método de análisis para evaluar el valor agregado de un proyecto de generación de energía

eléctrica a partir de energía solar. La Figura 13 fue el resultado de un estudio llevado a cabo con expertos en el campo de energía renovables y posterior análisis de correlaciones, concluyendo que para la evaluación de un proyecto de generación de energía eléctrica por medio de energía solar se deben involucrar no solo aspectos técnicos, sino también económicos, ambientales y sociales.

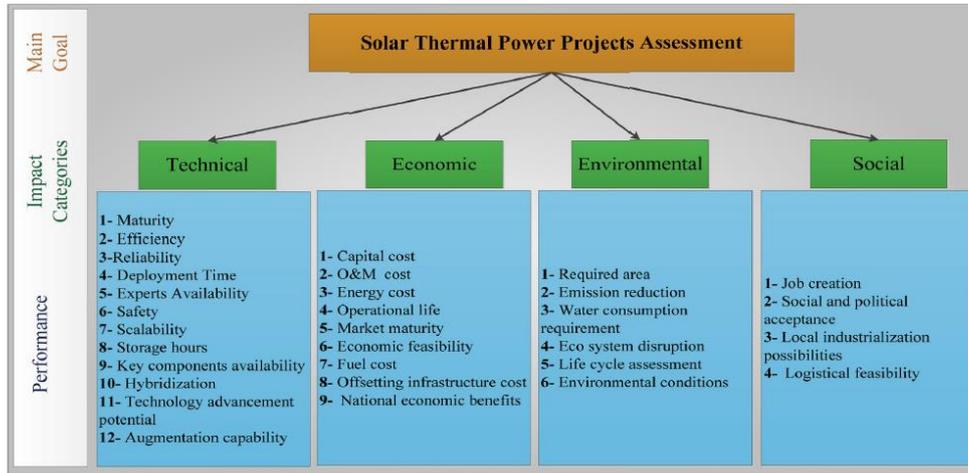


Figura 13. Aggregated value tree. (Kassem, Al-Haddad, Komljenovic, & Schiffauerova, 2016)

En el contexto colombiano Gómez y Ribó (2018) presentan los resultados de su trabajo titulado *Assessing the obstacles to the participation of renewable energy sources in the electricity market of Colombia*. Los autores evalúan los obstáculos que han impedido la difusión de las fuentes no convencionales de energía en Colombia. Por medio de una investigación a la literatura disponible a nivel nacional e internacional y desarrollan un total de 11 barreras de difusión para las FN CER en Colombia, las cuales clasifican dentro de tres clústeres: Barreras técnicas, barreras económicas y barreras sociales; las barreras encontradas fueron evaluadas con la participación de cuatro expertos en la materia utilizando metodologías para toma de decisiones bajo multicriterio (AHP/ANP⁷). La investigación concluye que el mercado eléctrico en Colombia no es favorable para las FNCE y que la energía eólica y geotérmica son las más obstruidas, se hace énfasis en que los resultados del proceso pueden cambiar rápidamente en función de los avances tecnológicos y la adopción del mercado de las nuevas tecnologías, la Figura 14 representa el esquema desarrollado por los autores.

⁷ Analytic Network Process - ANP: Método de toma de decisiones bajo multicriterio similar al AHP, se diferencia en que el ANP incluye relaciones interdependencia y feedback entre los elementos del sistema; mientras que el AHP tiene una estructura jerárquica y las variables son independientes entre sí (Saaty T. , 2004).

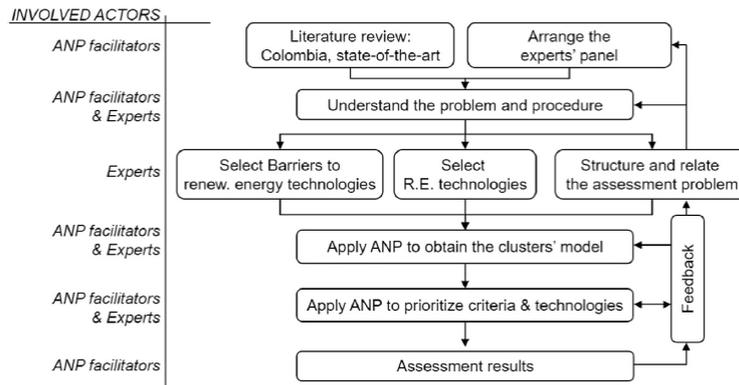


Figura 14. Assessment procedure (Gómez & Ribó, 2018)

Para analizar las barreras de difusión de la tecnología solar en Colombia, Jimenez, Franco, & Isaac (2016) proponen dos criterios en su obra: implementación de la tecnología a nivel micro y macro. El criterio micro está basado en un agente, está enfocado en explicar como un individuo adoptaría una nueva tecnología basada en su percepción y la influencia ejercido por sus vecinos. Por otro lado, el criterio macro incluye la relación con variables adicionales como el sistema social, el tamaño del mercado y el tiempo de adopción de la tecnología. Jimenez, Franco, & Isaac concluyen que para evaluar la generación eléctrica solar en Colombia el criterio macro es el correcto, y por medio de un modelo de Dinámica de Sistemas, demuestran que variables como las políticas gubernamentales y la estabilidad del servicio de energía, son obstáculos más fuertes para la difusión de la tecnología de paneles solares en Colombia que los costos de inversión en equipos.

En 2017 Hans-Erik Edsand (2017) aplica la metodología Sistema de Innovación Tecnológica (TIS) a su investigación para identificar las barreras de implementación de la energía eólica en Colombia. En la mayoría de los trabajos académicos del sector para la región de la Guajira la solución al problema se centra alrededor de condiciones geográficas, sin tener en cuenta el contexto social; mientras que la propuesta Edsand se enfoca en cómo adaptar los avances tecnológicos en el campo de la energía eólica al contexto socio económico colombiano. Durante el desarrollo de la metodología TIS, Edsand identifica un grupo de agentes que interactúan en un marco definido influenciando directamente sobre las barreras de implementación de la energía eólica en Colombia Finalmente el autor es capaz de determinar las barreras haciendo un análisis de cada uno de los actores involucrados, proponiendo que la participación de los grupos indígenas frente a este tipo de iniciativas es vital a la hora de hacer factible un proyecto. El resumen del trabajo de Edsand se ve representado en la Figura 15, los factores particulares del lugar (Landscape) que promueven el desarrollo de la energía eléctrica eólica en La Guajira son aquellos que tienen un símbolo positivo: Desarrollo económico, conciencia ambiental y cambio climático (en mayor medida); mientras que los de símbolo negativo son barreras para el fomento de la generación eléctrica eólica: Conflicto armado, acceso a la educación y corrupción (en mayor medida). Dentro de las propuestas de Edsand se

destacan acciones para el desarrollo de conocimiento a nivel local sobre FNCR como la ejecución de talleres y conferencias anuales patrocinados por el gobierno donde se expongan las bondades de las energías renovables

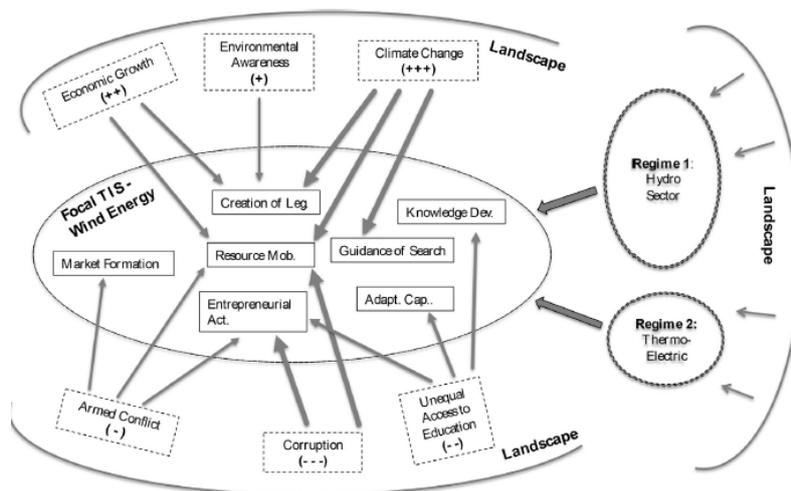


Figura 15. Landscape factor influence on TIS functions (Edsard, 2017)

En el trabajo Techno-economic feasibility of photovoltaic, wind, diesel and hybrid electrification systems for off-grid rural electrification in Colombia (Mamaghani, Avella, Najafi, Shirazi, & Rinaldi, 2016) se presenta un análisis comparativo de diferentes propuestas para el suministro de energía a zonas por fuera de la red de interconexión eléctrica de Colombia; el objetivo de la investigación es comparar los costos económicos de implementar sistemas generadores de energía eléctrica por medio de fuentes de energía renovables. Los puntos que se destacan de la investigación es el análisis de las políticas de desarrollo del gobierno Nacional y el uso del software HOMER como herramienta de evaluación financiera de proyectos. Aunque el trabajo realizado carece de sustento metodológico para la selección de la población de estudio, tiene información relevante sobre los costos de implementación de proyectos para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable.

Banguero, Correcher, Garcia, & Aristizabal (2020) realizan un análisis de la vida útil de una batería que opera en un sistema de energía renovable. Dentro de un laboratorio ubicado en el departamento de Choco (Colombia) se hizo un diagnóstico de los parámetros de capacidad, resistencia interna y voltaje para un sistema de almacenamiento de energía por medio la recolección de datos experimentales, la información obtenida fue analizada por medio de PCA para determinar los componentes que explican el 80% de la variabilidad del sistema. Este estudio encontró que las variables que en mayor medida afectan la vida útil de la batería están asociadas al método carga y temperatura, un aumento de la velocidad de carga se traduce en incremento de la corriente, lo cual aumenta la temperatura del sistema, disminuyendo la vida útil de la batería.

En un intento por fomentar el desarrollo de energía por medio de paneles fotovoltaicos en la Guajira, la Universidad de La Guajira (2016) desarrolló un modelo de análisis económico para cubrir las necesidades de energía eléctrica de la comunidad Wayuu. El alcance del análisis se restringió a cumplir el requerimiento legal para cobertura de energía de una población de escasos recursos, los cuales dados por la regulación de la UPME y no por un estudio de las necesidades de la comunidad. Se utiliza el software HOMER para evaluar la factibilidad financiera del proyecto. El análisis en general tiene falencias desde el punto de vista social para beneficio de las comunidades aisladas.

Durante la revisión realizada se encontró que son múltiples los estudios que aplican los conceptos y métodos utilizados en este estudio para el análisis de la difusión de la generación eléctrica por fuentes no convencionales de energía renovable, sin embargo, ninguno de ellos aplica una metodología integrada para evaluación de proyectos de impacto social a partir de generación de electricidad por medio de fuentes de energía renovables.

4. OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

A - Objetivo General

Desarrollar un modelo de generación de valor que incluya aspectos técnicos y sociales para la evaluación de proyectos de implementación de tecnologías de generación eléctrica a pequeña escala, a partir de energía solar en comunidades aisladas en La Guajira.

B - Objetivos Específicos

1. Analizar las barreras que han impedido la difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira y las acciones que se han tomado para superarlas, utilizando la metodología Sistema de Innovación en Tecnología y el Análisis de Componentes Principales.
2. Identificar la afinidad de los habitantes del departamento de La Guajira con las barreras y acciones analizadas mediante la aplicación de una encuesta y el uso de la metodología de Análisis de Componentes Principales.
3. Formular un modelo para la evaluación de proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala incorporando las especificidades de las zonas aisladas de La Guajira, utilizando la Metodología de Medición del Valor

Los objetivos propuestos pretenden responder a la pregunta de investigación:

¿Cuál sería un modelo de generación de valor que evalúe las alternativas de implementación de tecnologías de generación eléctrica a pequeña escala a partir de energía solar para beneficio de comunidades aisladas en la Guajira?

5. METODOLOGÍA

La metodología que se presenta en este capítulo integra métodos para la sistematización y análisis de información que incluyen TIS y PCA con métodos para toma de decisiones bajo múltiples criterios como AHP, y estructura y medición de valor como VMM. Esta metodología se utiliza para desarrollar un modelo de evaluación de proyectos para el caso particular de iniciativas de generación eléctrica solar a pequeña escala en el departamento de La Guajira. El concepto de modelo de generación valor para proyectos de innovación tecnológica se desarrolla en varias etapas, siendo la primera el análisis de las barreras que han impedido la difusión de la tecnología en la región y el análisis de las posibles acciones desarrolladas por el sector público y privado para incentivar la generación eléctrica solar en La Guajira (objetivo 1), posteriormente se incluye y evalúa la opinión de todos los actores (objetivo 2.) y por último se presenta la consolidación de los hallazgos y análisis en el marco de una metodología de valor social.

En desarrollo del objetivo específico 1., el primer paso es realizar una revisión bibliográfica de los eventos comprendidos en los últimos 35 años utilizando el método EHA. Cronológicamente se debe buscar documentación digital y física en las bases de datos gubernamentales, acompañada de una revisión de fuentes secundarias como entidades sin ánimo de lucro, bibliotecas, empresa privada, medios de comunicación y universidades. A medida que se obtiene información, ésta debe clasificarse en el marco de las TIS (Tabla 5) bajo las funciones del sistema, detectando fortalezas en cómo se ha venido fomentando el desarrollo de conocimiento sobre la FNCER o la relación de proyectos de generación eléctrica a partir de FNCER, en contraste con áreas de oportunidades cuando el interés propuesto por los actores es bajo. Por ejemplo, la revisión busca resolver preguntas como:

- ¿Las compañías han realizado actividades que muestren interés en la nueva tecnología?
- ¿Hay conocimiento existente alrededor de la nueva tecnología?
- ¿Hay capacidad humana, organizacional e institucional de un país para recibir la nueva tecnología?
- ¿Existe comunicación entre actores para extender el conocimiento de la nueva tecnología?

Para el caso de los factores particulares del lugar, el marco de las TIS (Tabla 5) provee una guía para analizar la información y entender la evolución del departamento de La Guajira en el ámbito económico, social y político. Lo anterior por medio de preguntas como:

- ¿Como las fortalezas y debilidades económicas del país afectan la aceptación de la nueva tecnología en La Guajira?
- ¿Cómo el conflicto armado puede influenciar la adopción de la nueva tecnología en La Guajira?

- ¿Cómo el acceso a la educación puede influenciar la adopción de la nueva tecnología?

Durante la clasificación de información en funciones del sistema y factores particulares del lugar, se identifican las diferentes barreras que han impedido la difusión de la tecnología solar a pequeña escala en La Guajira y las acciones propuestas a lo largo del tiempo por diversos autores, redes e instituciones que han interactuado en el ámbito de las FNCER en Colombia, para superar dichas barreras. Posteriormente, la información obtenida se clasifica por tipo de agente (Tabla 6), el resultado de este ejercicio es un conjunto de barreras y acciones para el ámbito particular de generación eléctrica solar a pequeña en el departamento de La Guajira.

Una vez se ha identificado un conjunto de barreras de difusión y de acciones desarrolladas para el fomento de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira, se genera una encuesta con el fin de identificar la afinidad de una población determinada con las barreras y acciones identificadas, además de obtener información relevante para el análisis de componentes principales. La Figura 16 representa el detalle de la metodología antes descrita para el cumplimiento del objetivo 1.

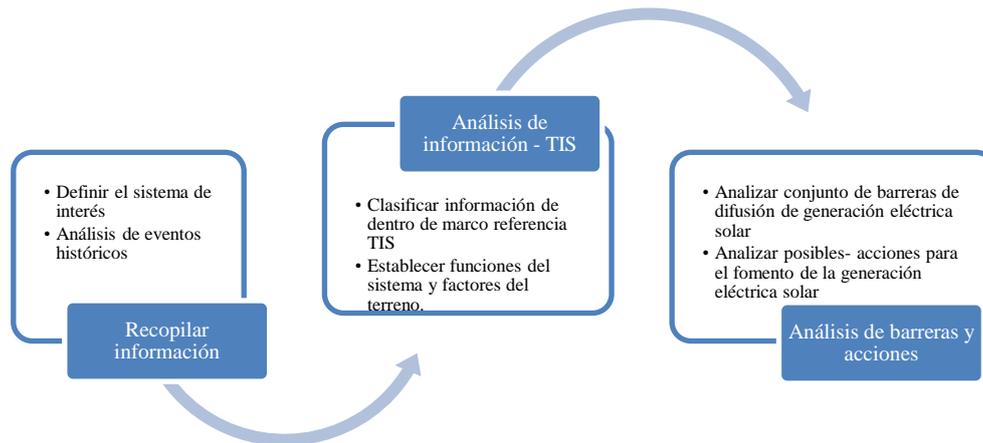


Figura 16. Procedimiento propuesto para el desarrollo del objetivo específico 1.

El objetivo específico 2. demanda identificar la afinidad de los actores locales con las acciones y barreras establecidas. Por medio de una encuesta se mide el grado de acuerdo o desacuerdo de una muestra de la población con lo encontrado en el objetivo 1. y mediante la metodología PCA se analizan los resultados.

Para el diseño de la encuesta se deben generar dos cuestionarios bajo la escala de Likert, el primero para calificar el grado de acuerdo o desacuerdo del encuestado frente al grupo de barreras encontradas que han impedido la difusión de la Energía Solar a pequeña escala en el departamento de La Guajira, y el segundo para calificar el grado de acuerdo o desacuerdo con las acciones desarrolladas para favorecer la difusión de la energía solar a pequeña escala en el departamento de La Guajira. El formato propuesto para la encuesta se encuentra en la sección A de Anexos.

El cuestionario se aplicó a un grupo objetivo de 120 personas compuesto por actores que intervienen en el proceso de difusión tecnología para la generación eléctrica solar a pequeña en el departamento de La Guajira. La muestra de 120 personas garantiza un nivel de confianza de 95% y un margen de error del 10%. La población objetivo está distribuida por tipo de agente y el resumen se presenta en la Tabla 9:

- Conocimiento: Corresponde a un 47% del grupo a encuestar, incluye la población directamente beneficiada: habitantes del departamento de La Guajira (Indígenas o nativos)
- Institucional, legislativo y político: Este grupo corresponde a un 30% de la población encuestada y está constituido por personas que trabajan el sector público o tienen una relación estrecha con el mismo a partir de su participación en diferentes partidos políticos dentro del departamento.
- Técnico: Corresponde a un 10% del grupo encuestado, son personas con conocimiento académico en FNCER y representantes de ONG que han desarrollado proyectos de generación eléctrica a partir de energía eólica y solar.
- Mercado y Financiero: Corresponde a un 13% del grupo encuestado, son representantes del sector privado, empresarios o empleados que buscan promover el desarrollo de las FNCER.

Tipo Agente	Composición de población encuestada	Personas entrevistadas	Porcentaje
Conocimiento	Miembros de la comunidad Wayuu	36	30,00%
Conocimiento	Líderes sociales del departamento	20	16,67%
Institucional	Miembros del sector público local	25	20,83%
Institucional	Miembros del sector público nacional	12	10,00%
Técnico	Académicos o investigadores	12	10,00%
Mercado/Financiero	Empresarios o empleados de empresa privada	15	12,50%

Tabla 9. Composición de la población encuestada (Elaboración propia)

La encuesta se aplicó por medio digital mediante un enlace de correo electrónico al igual que físico por formato impreso para las personas encuestadas sin acceso a Internet, tal es el caso de los miembros de la comunidad Wayuu. Los datos de la encuesta se consolidaron en una única base de datos sin tener en cuenta el tipo de agente utilizando la estadística descriptiva.

Una vez consolidado el resultado de la encuesta se aplica la técnica de reducción de datos Análisis de Componentes Principales (PCA) para determinar la combinación de barreras de difusión que tienen mayor relevancia dentro proceso de implementación de energía eléctrica solar a pequeña escala en la Guajira, así mismo se determinó por medio del PCA el conjunto de acciones más importantes para fomentar el uso de la tecnología solar para generación de electricidad a pequeña en La Guajira.

Por medio del PCA se reduce el conjunto de barreras y acciones evaluados en la encuesta a un grupo de componentes principales. Los componentes principales extraen la información relevante de los cuestionarios por medio del análisis de la varianza para cada una de las respuestas de los encuestados, permitiendo agrupar las barreras y acciones más

relevantes de forma objetiva. Para determinar los componentes principales de cada una de las encuestas se aplica las etapas de la Figura 12 a los datos obtenidos.

La primera etapa es determinar la fiabilidad y conveniencia de los datos por medio del test de confiabilidad, por lo que se aplicaron las pruebas de confiabilidad, correlación y multicolinealidad, para lo cual se usa el test KMO y la prueba de esfericidad de Barlett.

Finalmente, para evaluar la afinidad de la población se contrastan los componentes principales con las respuestas de la encuesta. Se genera una matriz donde el grado de acuerdo o desacuerdo de las barreras y acciones que conforman los componentes principales determina si son relevantes o no para la población, por lo tanto, si se deben priorizar o descartar dentro de este estudio. La Figura 17 resume el procedimiento a seguir para el desarrollo del objetivo específico 2.

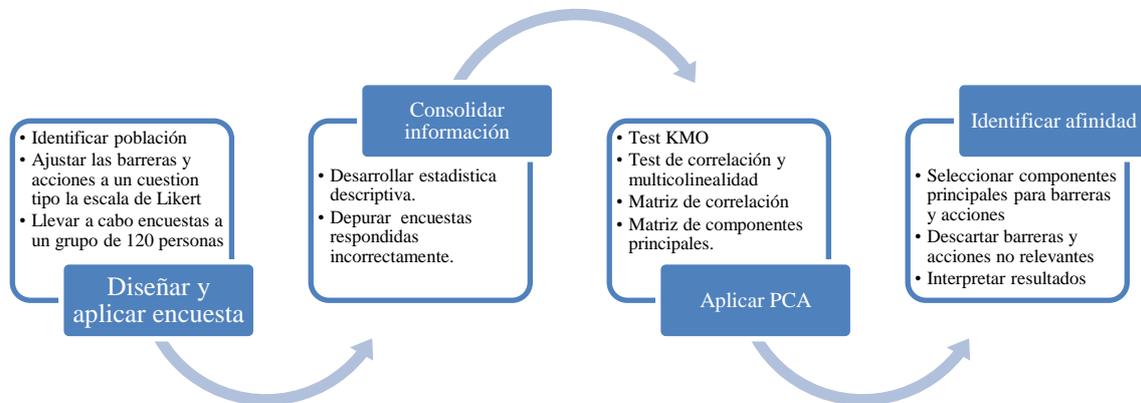


Figura 17. Procedimiento propuesto para el desarrollo del objetivo específico 2.

Para cumplir con el último objetivo específico se establece un marco de referencia con componentes sociales y de innovación tecnológica. Por medio de la VMM se crea una estructura de valor para evaluación de proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira a partir de la información obtenida en el desarrollo del objetivo 1, posteriormente se determinan los parámetros de medición y criterios de evaluación soportados en el resultado del objetivo 2. Posteriormente la matriz de evaluación se aplica a dos proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira para validar los parámetros desarrollados y hacer modificaciones en caso de ser necesario. Finalmente, se evalúan los dos proyectos seleccionados bajo el modelo propuesto en este estudio y se compara con los resultados del método actual de evaluación de proyectos utilizado por el gobierno de Colombia para estos casos.

Para desarrollar la estructura de valor se deben establecer parámetros de evaluación capaces de cuantificar el valor numérico de una iniciativa de generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira. Los parámetros de evaluación son el reflejo de la información compilada en el marco de las TIS clasificada por tipo de agente; cada parámetro representa un criterio de evaluación medible desarrollado con base a una extensa revisión literaria.

Para la ponderación del peso de los parámetros se utiliza la metodología AHP. Con base en los estudios de autores como Cannemi, García, Aragonés, & Gómez (2014), Gómez & Ribó (2018) y Barbara & Liefner (2019) se lleva a cabo la asignación de pesos con la participación de expertos. Los autores recomiendan que el grupo de expertos sea multidisciplinario, lo que para el contexto de este estudio significa que entre los expertos debe haber personas con experiencia en desarrollo de proyectos de carácter social en La Guajira y expertos con conocimiento en generación eléctrica solar a pequeña escala. El ejercicio se lleva a cabo con la participación de cuatro expertos y el resultado es una matriz preliminar con parámetros ponderados aplicables a la evaluación de proyectos.

El ejercicio realizado con el grupo de expertos consiste en contrastar el nivel de importancia de un factor sobre otro en una escala de uno a nueve, uno a uno se evalúa cada uno de los parámetros y se depositan los datos en una tabla que posteriormente es normalizada.

Con el objetivo de validar la funcionalidad de los parámetros y su ponderación, la matriz de evaluación se somete a prueba aplicándola a dos proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala para beneficio de comunidades aisladas en La Guajira. Los dos proyectos se seleccionan con base en los siguientes criterios:

1. Están ubicados en zonas rurales del departamento de La Guajira (ZNI).
2. Han sido aprobados por el Gobierno Nacional contemplando los lineamientos actuales para evaluación de proyectos como por ejemplo la consulta previa
3. Tienen un alcance similar en nivel de inversión y número de usuarios beneficiados.
4. Están en etapa de ejecución o finalizados en los últimos 6 meses.

El proceso de validación consiste en determinar si los criterios de medición y parámetros planteados en la estructura de valor son congruentes con los lineamientos requeridos por el gobierno de Colombia para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica solar a partir de FNCER. En primer lugar, se revisa el alcance de cada uno de los proyectos seleccionados y los estudios que lo soportan, garantizando que estos cumplan con los lineamientos indicados en el pliego de condiciones. Una vez analizada la información disponible, se evalúa cada proyecto frente a los parámetros que componen la estructura de valor, en función del grado de cumplimiento de los criterios de medición establecidos en la matriz de evaluación se genera un puntaje, durante el proceso de evaluación se identifica si algún parámetro no es coherente con la legislación local, además se comprueba si las variables de medición y su escala son congruentes con la información que se obtiene en los estudios previos.

Con base en los hallazgos detectados durante el proceso de análisis de información, comparación y evaluación de los proyectos seleccionados la estructura de valor puede ser modificada; desde eliminar un parámetro hasta cambiar el criterio de medición.

En caso de ser necesario modificar la estructura de valor se debe ajustar la ponderación de los parámetros, para lo cual nuevamente se aplica AHP con la ayuda de los mismos expertos; el resultado de esta etapa es la matriz de evaluación de proyectos definitiva.

La estructura de riesgo y de costos no será tenida en cuenta para el desarrollo de este ejercicio dado que los casos de estudio que se van a analizar corresponden a proyectos con alcances diferentes.

Una vez se tiene una matriz de proyectos definida, se realiza una comparación del resultado de evaluar un proyecto bajo el método propuesto en el presente estudio con el método de evaluación de proyectos de generación a partir de FNCER utilizado por el gobierno de Colombia, se utilizan los dos proyectos seleccionados anteriormente. El resultado de evaluar los proyectos bajo la matriz evaluación de proyectos definitiva, se contrasta con los criterios de aprobación utilizados por las entidades promotoras de estos. El objetivo es mostrar las falencias del método actual y reforzar las bondades del modelo desarrollado en este estudio bajo los criterios presentados en la matriz de evaluación de proyecto desarrollado en este estudio.

En el esquema mostrado en la Figura 18 se ilustra el proceso llevado a cabo para cerrar el objetivo específico número 3.

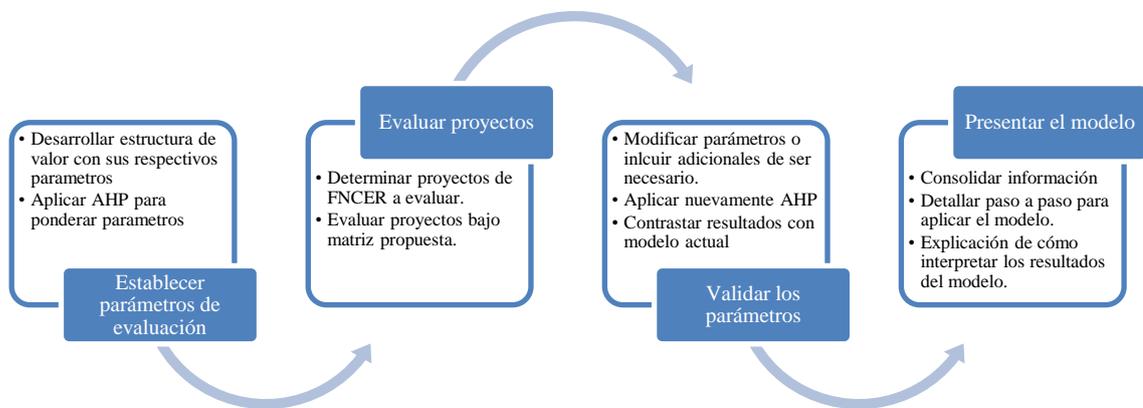


Figura 18. Esquema de trabajo propuesto para el objetivo específico 4.

6. RESULTADOS

En este capítulo se presentan y discuten los resultados por medio de la aplicación de una metodología integrada para resolver la pregunta de investigación. Se presentan los resultados para el modelo de generación de valor para proyectos de innovación tecnológica en varias etapas, siendo la primera el análisis de las barreras que han impedido la difusión de la tecnología en la región y el análisis de las acciones desarrolladas por el sector público y privado para incentivar la generación eléctrica solar en La Guajira. La segunda etapa presenta los resultados de la afinidad de la población con el conjunto de barreras y acciones identificadas. La tercera etapa considera la formulación de un modelo para evaluar proyectos de generación solar a pequeña escala en el departamento de la Guajira. Finalmente, se integran los resultados en un modelo de generación de valor capaz de evaluar proyectos de generación eléctrica solar a pequeña desde el análisis de las barreras históricas que la tecnología ha enfrentado hasta la puesta en marcha y operación del proyecto.

A – Barreras y acciones de difusión.

Esta sección presenta los resultados de una revisión literaria que se hizo por medio de la EHA aplicada a la captura y análisis de información en el marco de TIS. Los eventos históricos identificados incluyen:⁸

En 1984 se realiza una separación entre el Ministerio de Minas y Energía – MME y la división de Fuentes No Convencionales de Energía - FNCE, esta última enfocada en el estudio de las Zonas No Interconectadas. Años más tarde, específicamente en 1989 se le asignan funciones a la división de FNCE por medio de la recién creada Comisión Nacional de Energía – CNE. La cual estaría encargada de administrar el suministro de energía eléctrica en Colombia. (Consorcio Energético CORPOEMA, 2010)

Con la entrada en vigencia de la constitución de 1991, como lo indica es su página web la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG “se admitió, como principio clave para el logro de la eficiencia en los servicios públicos, la competencia para hacer posible la libre entrada de cualquier agente interesado en prestar los servicios.” (CREG, 2019). Debido a esto y al racionamiento de energía ocurrido entre 1991 y 1992 en Colombia, el Gobierno Nacional reestructuró el Ministerio de Minas y Energía, disolvió la CREG y creó tres unidades administrativas.

1. La Comisión de Regulación de Energía (CRE), en 1994 pasa a ser la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

⁸ El primer paso fue búsqueda de palabras claves como Energía renovable, Energía sostenible, barreras energía renovable, tecnologías de energía renovable, con énfasis en Colombia, pero sin dejar de lado el ámbito internacional; se utilizaron bases de datos como Science Direct, Emerald, Oxford Journals, BID, memorias del congreso, base de datos del banco de la república, Google Search y bibliotecas públicas.

2. La Unidad de Información Minero Energética (UIME).
3. La Comisión de Planeación Minero Energética (UPME).

En 1994 se da un paso importante en lo que refiere a conciencia energética en Colombia, se crea por medio de la Ley 143 la División de Ahorro, Conservación y Uso Eficiente de la Energía, dándosele relevancia dentro del Gobierno Nacional al abastecimiento de energía a menor costo bajo restricciones de confiabilidad y requisitos ambientales (Consorcio Energético CORPOEMA, 2010).

En el año 2001, el gobierno nacional emite la ley 663, específicamente en los artículos 81, 82 y 83 se crea el Fondo De Apoyo Financiero Para La Energización De Las Zonas No Interconectadas – FAZNI con vigencia hasta el 31 de diciembre de 2007. El FAZNI pasa hacer el primer fondo en el país capaz de financiar planes, programas y/o proyectos de inversión para la construcción e instalación de nueva infraestructura eléctrica (también reposición o rehabilitación de la existente), con el objetivo de ampliar y mejorar la cobertura de energía eléctrica en las ZNI. Durante el mismo año se sanciona la 697 de 2001 en la cual y por primera vez el estado colombiano declara Uso Racional y Eficiente de la Energía – URE como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional; lo anterior vendría acompañado de una serie de definiciones que enmarcarían el futuro de las fuentes de energías alternativas en Colombia. Finalmente se asigna al Ministerio de Minas y Energía como el responsable de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2013) (El Congreso de Colombia, 2001).

Un año después se crea el Fondo De Apoyo Financiero Para La Energización De Las Zonas Rurales Interconectadas – FAER por medio de la Ley 788 de 2002, artículo 105; el FAER tiene como objetivo financiar proyectos de electrificación rural para mejorar la calidad, confiabilidad del suministro de energía, además de ampliar la cobertura de las zonas interconectadas en lugares de difícil acceso (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Para el año 2003 se reglamenta la ley 697 de 2001 por medio del decreto 3683 de 2003, el decreto señala que el MME y Colciencias deben presentar al FAZNI proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que fomenten las fuentes de energías renovables en las ZNI, los cuales serán prioritarios para el país. Entre 1991 y 2004 Colciencias financio 188 proyectos de investigación en energía y minería, donde un 7% correspondió a proyectos de energía alternativa (Consorcio Energético CORPOEMA, 2010).

Con el paso de los años el gobierno de Colombia ha creado una serie de entidades para afrontar la problemática de cobertura de energía eléctrica como el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE), estas entidades buscan atender “las necesidades energéticas de los habitantes que

no cuentan con este servicio; identificando, implementando y monitoreando soluciones energéticas sostenibles con criterios de eficacia, eficiencia y efectividad en las ZNI, mejorando las condiciones de vida de sus pobladores, construyendo paz y equidad en el país, a su vez impulsando el uso de las energías renovables con el fin de que Colombia goce de energías limpias y combata la emisión de gases de efecto invernadero...” (Sistema de Gestión de Información y Conocimiento en FNCE , 2013).

La apuesta más reciente del gobierno de Colombia por impulsar las FNCE es el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía – FENODE, lo anterior por medio de programas y proyectos para “promover e incentivar el cambio hacia una cultura de uso racional, eficiente y sostenible de la energía, promocionando buenas prácticas de consumo de energía eléctrica” (FENOGE, 2019). Fundado en el 2014, el FENOGE aún se encuentra en proceso de reglamentación, pero la ventaja que se proyecta por medio de esta entidad es la capacidad de unificar los recursos “aportados por la Nación, entidades públicas o privadas, así como por organismos de carácter multilateral e internacional” (FENOGE, 2019).

Actualmente el gobierno de Colombia se encuentra trabajando en la consecución de recursos económicos para llevarle energía eléctrica a los hogares que habitan en las zonas más apartadas del territorio nacional. Al día de hoy, el Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica dicta el camino a seguir para lograr universalización del servicio de energía eléctrica en Colombia, habiéndose publicado tres planes durante los últimos 9 años, (PIEC 2010-2014, PIEC 2013-2017 y PIEC 2016-2020) estos documentos son el referente en políticas públicas relacionadas con la cobertura de energía eléctrica en Colombia.

Por medio de la investigación y el análisis llevado a cabo de los eventos históricos fue posible identificar las falencias y oportunidades de las políticas que se han venido implementando para fomentar el aprovechamiento de la energía solar en el país.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, usando la metodología TIS, para las funciones del sistema y factores particulares del lugar. Para las funciones del sistema se encontró que:

- En el ámbito de actividades empresariales se encontró que en Colombia en los últimos 30 años han existido iniciativas del sector privado que propician el desarrollo de las energías renovables a nivel nacional como el parque Eólico Jepirachi en La Guajira, pero que solo hasta la última década han tomado trascendencia gracias al lanzamiento del Sistema de gestión y conocimiento en fuentes no convencionales de energía – SGIC-FNCE desarrollado por la UPME en 2014. El SGIC-FNCE es una plataforma virtual que permite la interacción entre diversas entidades diferentes al gobierno que comparten un interés por la temática de energías renovables (UPME, 2015).

- Frente al desarrollo de conocimiento se detectó que la educación en FNCER en Colombia ha estado ligada a las facultades de ingeniería, ciencia y economía de las universidades de alto nivel en el país (Consortio Energético CORPOEMA, 2010); se ha logrado en conjunto con Colciencias (Hoy Minciencias) formar un promedio de 800 jóvenes investigadores por año (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2013). Desafortunadamente el desarrollo de conocimiento sobre generación eléctrica solar está limitado al acceso a la educación formal técnica y universitaria.
- Con respecto a la asignación de recursos por parte del estado colombiano, se encontró que con el objetivo de ampliar la cobertura de energía en las ZNI por medio de la FAZNI “durante el período 2010 -2017 se aprobaron recursos por un valor de \$618.639 millones, beneficiando a 98.089 familias” (Ministerio de Minas y Energía, 2018); del total de recursos asignados únicamente un 0.4% fue para el departamento de La Guajira, beneficiando a 250 familias, lo anterior muestra la disponibilidad de recursos económicos del estado pero la falta de gestión para la región de la península de La Guajira.
- En función de la investigación realizada en análisis históricos se debe resaltar la labor del gobierno de Colombia por la creación de legitimidad frente a la generación de energía eléctrica, durante más de 30 años la nación ha creado diferentes organismos y entidades para lograr el acceso universal al servicio de energía eléctrica como lo promulgo en las leyes 142 y 143 de 1994; adicional se han creado métricas para evaluar el grado de avances e impulsado el iniciativas como el Plan de Energización Rural Sostenible – PERS, Plan de Acción – URE y Plan de Acción Indicativo – PAI entre otros.

Bajo el contexto de la Tabla 5 y en búsqueda de factores particulares del lugar para el caso de las ZNI del departamento La Guajira se identificó que:

- De cara al crecimiento económico el poder adquisitivo de la población del departamento es bajo, el 92% de los hogares tiene ingresos inferiores \$1.000.000 COP mensuales, distribuidos entre \$250.000 y \$500.000 un 23%, entre \$500.000 y \$750.000 un 20% y menos de \$100.000 un 13% de la población. (Corpoguajira, 2014). Cabe resaltar que el salario mínimo para el año 2014 fue de \$616.000 COP.
- El conflicto armado es un componente que ha impactado el desarrollo económico de las zonas rurales del departamento de La Guajira. Por la ubicación geográfica del departamento existen confrontaciones entre grupos armados ilegales por las rutas de tráfico de contrabando, La Guajira es epicentro de conexiones entre Venezuela, los departamento de Magdalena (Sierra Nevada) y el Cesar (Serranía del Perijá) entre el caribe (Ministerio de Cultura, 2014); por ejemplo en el año 2012 fue afectada la red de infraestructura energética de Interconexión Eléctrica S.A. – ISA, empresa encargada del transporte de energía en la región, 82 torres

sufrieron atentados por grupos al margen de la ley en 4 departamentos de Colombia, entre estos La Guajira (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

- La corrupción es un elemento que ha estado presente en el departamento de La Guajira en múltiples sectores de la economía, incluyendo los proyectos de FNCER; el caso más relevante de corrupción en la región corresponde a la represa del rio Ranchería con un costo de \$637.369 millones COP y un plazo de ejecución de 71 meses, actualmente el proyecto está suspendido con 101 meses de trabajo y para su finalización se requieren \$500.000 millones COP adicionales (El Heraldo, 2018).

Finalmente se presenta un compilación de barreras con base a la información obtenida durante el análisis de eventos históricos y posterior aplicación del marco de las TIS para el caso de barreras de difusión que han impedido la difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en comunidades aisladas del La Guajira; los resultados del análisis se presentan por tipo de agente en la Tabla 10. Durante el desarrollo del marco de las TIS se identificaron múltiples barreras de agente tipo conocimiento, esto basado en que los proyectos de energía solar ejecutados en la región durante los últimos años no contemplan la transmisión del conocimiento a la población local. Se determina existencia una serie de barreras de tipo institucional, legislativo y político ocasionadas principalmente por una falta de acercamiento por parte del estado hacia las comunidades directamente afectadas. Con respecto al ámbito financiero, se descartó que la falta de recursos económicos fuese un impedimento para la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira, por el contrario, las dificultades para financiación de proyectos de FNCER en la región están dadas para proyectos de mediana o mayor escala ya que no existe infraestructura eléctrica para transportar la energía que se genere. Las barreras de difusión escasean para los agentes de tipo técnico y de mercado, ya que existe interés de la empresa privada y otros actores diferentes al gobierno en propiciar la formación de personal calificado en generación eléctrica solar y comercialización de equipos fotovoltaicos.

Barrera (impide la difusión de la Generación Eléctrica Solar en La Guajira)	
Financiero	El desconocimiento de la población local de los mecanismos de financiación que fomentan el uso de las Fuentes de No Convencionales de Energía Renovable. (Consorcio Energético CORPOEMA, 2010) La escasez de recursos aportados por el Gobierno de Colombia para innovación y desarrollo de la Energía Solar en el país. (Ministerio de Minas y Energía, 2018) (Paredes & Ramírez, 2017) (Daniel, 2017) (Edsand, 2017) La escasez de recursos del Gobierno de Colombia para ampliar la cobertura de energía eléctrica. (Ministerio de Minas y Energía, 2018)
Técnico	Ausencia de mano obra calificada para el montaje y mantenimiento de equipos de energía solar en departamento de La Guajira. (Corpoguajira, 2014) (Ojeda, Candelo, & Silva, 2017) La ausencia de documentación técnica de referencia, guías y estándares de diseño para el aprovechamiento de la Energía Solar. (Paredes & Ramírez, 2017)
Institucional, legislativo y político	La corrupción de los funcionarios públicos en el departamento de La Guajira. (Pérez, 2006) La escasez de programas educativos locales que fomenten el conocimiento interés por las Fuentes de Energía Renovables. (Edsand, 2017) El desconocimiento de los líderes sociales del departamento de La Guajira sobre el potencial energético de la región a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. (Corpoguajira, 2014) La presencia de grupos armados ilegales en el departamento de La Guajira. (Ministerio de Cultura, 2014) (Ministerio de Minas y Energía, 2013) La ausencia de instituciones gubernamentales en el departamento de La Guajira que fomenten el interés por las Fuentes de Energía Renovables. (Paredes & Ramírez, 2017) La poca participación de la comunidad académica con relación a las problemáticas de la población del departamento de La Guajira. (Edsand, 2017) La falta de métricas e indicadores diseñados en función de las necesidades de la población del departamento de La Guajira. (Congreso de la República, 2001) (Ministerio de Minas y Energía, 2018) (Paredes & Ramírez, 2017) Alta cantidad de actores intervienen durante la ejecución de un proyecto de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, dificultando la interacción con el beneficiario. (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2013)
Conocimiento	La falta de conciencia ambiental frente al fenómeno del calentamiento Global por parte de la población del departamento La Guajira. (Consorcio Energético CORPOEMA, 2010) (Corpoguajira, 2014) Los escasos de conciencia ambiental de la población de La Guajira frente al agotamiento de los combustibles fósiles. (Corpoguajira, 2014) (Ministerio de Minas y Energía, 2018) El rechazo y los preceptos culturales de la comunidad indígena local (pueblo wayuu). (Pérez, 2006) (Universidad de La Guajira, 2016) Las limitaciones de acceso a la educación superior de la comunidad indígena (pueblo wayuu). (Pérez, 2006) La centralización del conocimiento sobre Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en empresas privadas y actores del gobierno colombiano (Consorcio Energético CORPOEMA, 2010). (Edsand, 2017) El pueblo Wayuu no percibe la generación de eléctrica por fuentes no convencionales como benéfica y positiva para la comunidad. (Ministerio de Minas y Energía, 2013) Desconocimiento histórico y antropológico del pueblo Wayuu. (Ardila, 2006) (Ojeda, Candelo, & Silva, 2017)
Mercado	Los costos de implementación de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable comparado con los combustibles fósiles para Colombia. (Paredes & Ramírez, 2017) (Mamaghani, Avella, Najafi, Shirazi, & Rinaki, 2016) Desinterés por parte de la comunidad Wayuu para recibir beneficios externos. (Ardila, 2006) (Ojeda, Candelo, & Silva, 2017) La dependencia económica del departamento de La Guajira de explotación de recursos fósiles para su desarrollo. (Ardila, 2006) (Corpoguajira, 2014)

Tabla 10. Barreras que han impedido la difusión de generación de energía eléctrica por medio de energía solar en La Guajira por tipo agente (Elaboración propia).

Habiendo determinado el conjunto de barreras se deben determinar las acciones de difusión para la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira, para lo cual se contrastó aquellas preguntas del marco de las TIS (Tabla 5) no resueltas para el caso particular del departamento de La Guajira con la información disponible del análisis de eventos históricos en el país y el estado del arte a nivel mundial para generación de energía eléctrica por medio de FNCER.

La Tabla 11 resume el conjunto de acciones compiladas, resultado de la revisión literaria de ejercicios realizados o planteados para el fomento de la generación eléctrica solar a pequeña escala en benefició las comunidades aisladas de La Guajira, en su mayoría las acciones encontradas están enfocadas en superar las barreras existentes para los factores particulares del lugar. En el caso de agente tipo financiero se hace necesario mostrar a las comunidades aisladas los mecanismos de apoyo económico que brinda el gobierno para el fomento de proyectos de FNCER. Adicionalmente, es importante profundizar sobre los criterios de evaluación de los proyectos actualmente independiente del componente económico. Es análisis muestra que, para el agente institucional, legislativo y político, una acción prioritaria es cohesionar el conjunto de estrategias que se están llevando a cabo en paralelo por múltiples entidades estatales, lo anterior en búsqueda de mejorar la comprensión de la población civil de los esfuerzos que realiza el

gobierno de Colombia, y por consiguiente permitir un mayor seguimiento de las comunidades aisladas al objetivo de ampliar ICEE. Por último, existe un número importante de acciones frente al desarrollo de conocimiento en la población local, enfocadas principalmente en generar conciencia del potencial energético solar de La Guajira. Estas acciones incluyen la formación de líderes locales en políticas de FNCER y la generación de bases de datos con información de la energía solar. El conjunto de acciones está focalizado en el desarrollo del conocimiento y el planteamiento de políticas para aprovechar los recursos disponibles para FNCER.

Tipo	Acción (fomenta la difusión de la Energía Solar en La Guajira)
Financiero	<p>Generar canales de comunicación entre la población del departamento de La Guajira y las entidades encargadas de los recursos económicos para los proyectos Energía Renovable. (Daniel, 2017)</p> <p>Desarrollar modelos financieros sencillos que permitan determinar la viabilidad económica y el beneficio social de iniciativas que usen Fuentes No Convencionales de Energía. (Congreso de la República, 2014)</p> <p>Someter a evaluación los proyectos de generación de electricidad por medio de energía renovable bajo los parámetros de impacto social y priorizar su implementación en función de este criterio. (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2013)</p>
Técnico	<p>Desarrollar entrenamientos técnicos sobre la Energía Solar para miembros de una entidad pública del departamento de La Guajira. (Consorcio Energético CORPOEMA, 2010) (Gómez & Ribó, 2018)</p> <p>Crear programas vocacionales para el desarrollo de habilidades técnicas como instalación y mantenimiento de equipos que funcionen por medio de energía solar. (Edsand, 2017) (Kebede & Mitsufuji, 2017)</p> <p>Generar a nivel nacional estándares y lineamientos para el montaje, mantenimiento y operación de equipos que funcionen con Energía Solar. (Gómez & Ribó, 2018) (Kebede & Mitsufuji, 2017)</p>
Institucional, legislativo y político	<p>Desarrollar fabricantes de equipos solares en Colombia.</p> <p>Incrementar fondos para expansión de Sistema Interconectado Nacional por parte del Gobierno de Colombia. (Gómez & Ribó, 2018)</p> <p>Establecer una hoja de ruta que consolide el plan de las diferentes entidades del estado para ampliar la cobertura de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas. (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2013) (IPSE, 2014) (Jimenez, Franco, & Isaac, 2016)</p> <p>Definir una única entidad estatal como responsable de la implementación de iniciativas de generación de energía eléctrica por medio de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en ZNI. (Gómez & Ribó, 2018)</p> <p>Facilitar el acceso de la población en general a los beneficios estatales por iniciativas de uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. (Paredes & Ramírez, 2017)</p> <p>Gestar sanciones particulares a quienes atenten o retrasen el desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (Corruptos, grupos armados, contrabandistas, etc.).</p> <p>Hacer de conocimiento público el manejo de los recursos económicos durante la ejecución un proyecto de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. (Edsand, 2017)</p>
Conocimiento	<p>Crear conciencia ambiental en el departamento de La Guajira por medio de la difusión de información sobre los beneficios de la Energía Renovable. (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2013) (Universidad de La Guajira, 2016)</p> <p>Patrocinar conferencias y talleres por expertos sobre los beneficios de la generación de energía por medio de Fuentes No Convencionales de Energía Renovables. (Edsand, 2017)</p> <p>Formar líderes de la etnia Wayuu en conocimiento sobre las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. (Edsand, 2017)</p> <p>Generar base de datos nacional actuando en conjunto actores públicos y privados que incluya información relevante sobre la Energía Solar. (SGI&C, 2013).</p> <p>Premiar y reconocer a los proyectos más innovadores de Colombia en lo que refiere al aprovechamiento de la Energía Solar. (Edsand, 2017)</p> <p>Crear un mapa de la de infraestructura solar del departamento de La Guajira. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)</p>
Mercado	<p>Incorporar sobre costos tarifarios a la población en general por generación de energía por medio de combustibles fósiles. (Paredes & Ramírez, 2017) (Gómez & Ribó, 2018) (Edsand, 2017)</p> <p>Incentivar a las empresas privadas del departamento de La Guajira a generar impacto social usando Fuentes No Convencionales de Energía Renovable para la generación de electricidad. (Congreso de la República, 2014) (Kebede & Mitsufuji, 2017)</p>

Tabla 11 Acciones que fomentaran la difusión de generación de energía eléctrica por medio de energía solar en La Guajira por tipo de agente. (Elaboración propia)

Dentro del marco contextual de las TIS (Tabla 5), las funciones del sistema se destacan como los componentes que en su mayoría aportan a las barreras de difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira, siendo los elementos asociados a desarrollo y difusión del conocimiento junto con la creación de legitimidad los que agrupan mayor cantidad de barreras en la Tabla 10.

B – Afinidad de la población local con los resultados

En este apartado se presentan los resultados del análisis de la afinidad de los actores locales con las acciones y barreras recopiladas en la sección anterior y en la

encuesta⁹ diseñada para tal fin reveló un grupo de 20 barreras y 20 acciones (sección B de Anexos).

La Figura 19 presenta los resultados de la encuesta para las variables barreras de difusión de la energía solar a pequeña escala en La Guajira, en el eje vertical del grafico se presentan las barreras propuestas mientras que en eje horizontal se relaciona el nivel de acuerdo del encuestado con las afirmaciones propuestas utilizando la escala Likert. De los resultados obtenidos se resalta que para la medición de opinión del grado de acuerdo de los encuestados con las barreras las de mayor moda son las que contemplan agentes financieros y políticos:

- B3. La corrupción de los funcionarios públicos en el departamento de La Guajira - 61% de los encuestados respondió acuerdo o totalmente de acuerdo.
- B10. La dependencia económica que tiene el departamento de La Guajira de la explotación de recursos fósiles para su desarrollo - 60% de los encuestados respondió de acuerdo o totalmente de acuerdo.
- B6. El desconocimiento de los líderes sociales del departamento de La Guajira sobre el potencial energético de la región a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable - 45% de los encuestados respondió de acuerdo o totalmente de acuerdo.

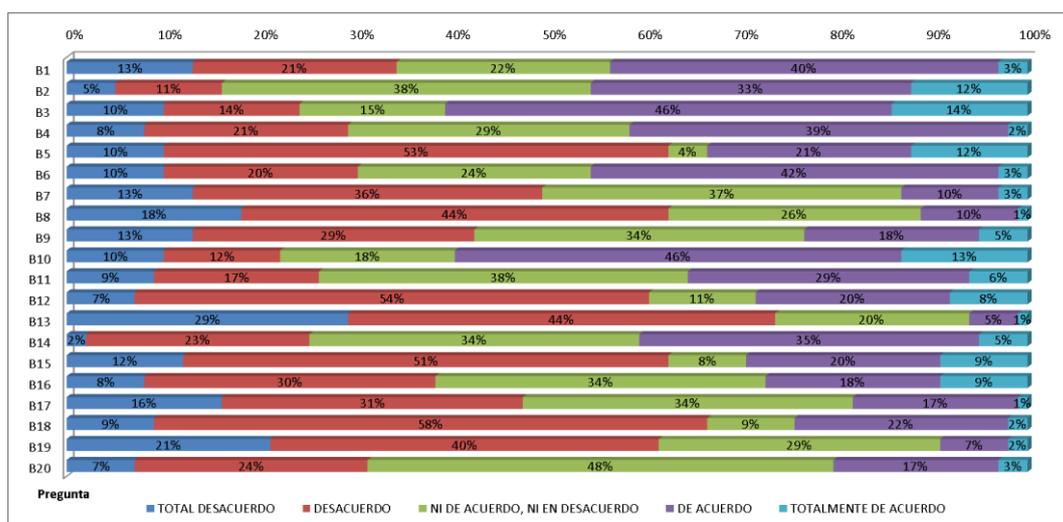


Figura 19. Resultados encuesta: barreras de difusión de la energía solar a pequeña escala en La Guajira (n= 99)

⁹ El modelo de encuesta utilizado se puede revisar en la sección de anexos Figura 22 y Figura 23. Fue necesario descartar 11 encuestas de las 120 por enmendaduras y tachones. La encuesta está compuesta de dos partes, cada una de 20 preguntas. Para el diseño se utilizó el conjunto de barreras y acciones compiladas en la Tabla 10 y Tabla 11 respectivamente, y se transcribieron a una encuesta con preguntas tipo escala de Likert

Los resultados de la encuesta para acciones que pueden fomentar la difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira se pueden observar en la Figura 20. Según los encuestados las acciones mayor moda para el nivel de acuerdo fueron:

- A5. Llevar a cabo conferencias y talleres dictados por expertos en Energía Renovable sobre los beneficios de la generación de electricidad por medio de Energía Solar - 43% de los encuestados respondió acuerdo o totalmente de acuerdo.
- A14. Incentivar a las empresas privadas del departamento de La Guajira a generar impacto social haciendo uso de la energía solar - 41% de los encuestados respondió acuerdo o totalmente de acuerdo.
- A20. Recopilar información sobre la Energía Solar y generar una base de datos publica con el apoyo de actores públicos y privados - 39% de los encuestados respondió acuerdo o totalmente de acuerdo.
- A18. Establecer una hoja de ruta que consolide el plan de trabajo de las entidades estatales enfocadas en ampliar la cobertura de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas – 36% de los respondió acuerdo o totalmente de acuerdo.

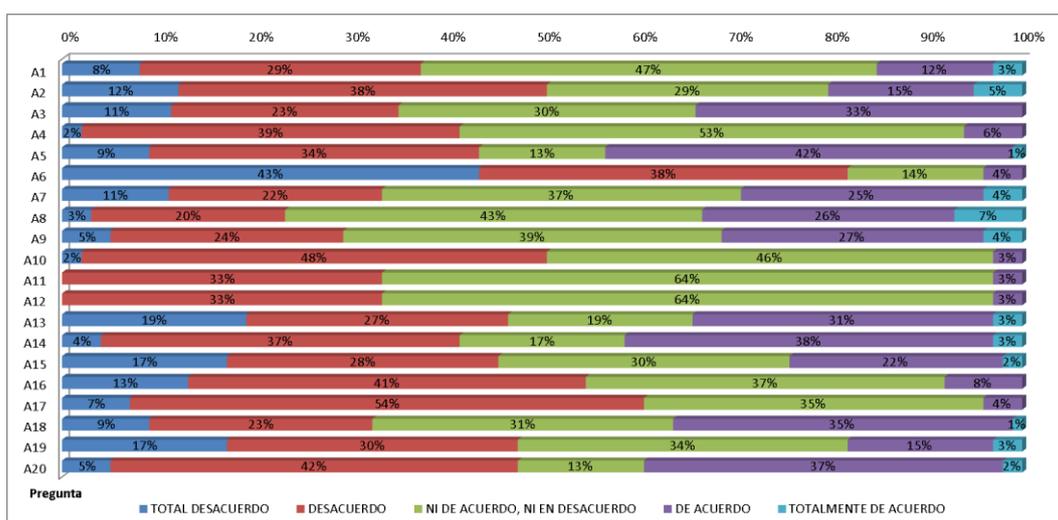


Figura 20. Resultados encuesta: acciones para la difusión de la energía solar a pequeña escala en La Guajira (n= 99)

En el caso de la encuesta sobre acciones se hizo énfasis en variable A18 debido al alto porcentaje de “Ni de acuerdo, ni en desacuerdo” (31%) para entender cuál era la percepción de los encuestados frente al plan de trabajo del gobierno. Durante la revisión se llegó a la conclusión que no es claro como las diferentes entidades estatales interactúan entre sí para mejorar ICEE en las ZNI, ya que parece no existir una hoja de ruta que marque el camino frente al fomento de las FNCER.

Finalmente existe un mayor grado de respuestas de acuerdo en las barreras de difusión frente a las acciones. Dado que la mayoría de los entrevistados tomó una posición de acuerdo o desacuerdo frente a variables consultadas, se da validez a las respuestas tipo escala de Likert, ya que la alternativa “Ni de acuerdo, ni en desacuerdo” fue moda en ningún caso.

Cabe resaltar que en el espacio para comentarios que contiene la encuesta varios entrevistados resaltaron en la importancia que cualquier acción a llevar a cabo debe ser consultada y avalada por la comunidad afectada, resaltando el hecho que son una población vulnerable. Una vez se socializaron los comentarios de la encuesta con miembros de las comunidades aclararon que existe un temor de perder su estatus de población vulnerable por el progreso que puedan traer estos desarrollos. Este punto refuerza el hecho que existen múltiples barreras de tipo conocimiento que impiden la adopción de una tecnología por parte las comunidades indígenas.

Para el desarrollo de la metodología PCA se aplicaron las etapas metodológicas ilustradas en la Figura 12 al conjunto de datos de la Figura 19 y Figura 20 utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics El resultado del test KMO y la prueba de Bartlett para el conjunto barreras propuestas se puede observar en la Tabla 11. Los resultados mostraron que el KMO es menor a 0.7 y por tanto no se puede aplicar el modelo PCA; el tamaño de la muestra y la varianza de las variables no guardan una proporción aceptable.

Pruebas estadísticas	
KMO	0,595
Barletts	0,000
Numero de Barreras	20

Tabla 12. Resultados de SPSS al aplicar el test de KMO y la prueba de Bartlett a los datos de Figura 19. (Elaboración propia)

Para corregir el índice KMO se calculó la matriz de componentes principales (Tabla 13) y se identificaron aquellas variables que tienen la mayor cantidad de información relevante en función de los resultados de la encuesta. Las variables con menor magnitud para los componentes 1. y 2. se eliminaron del análisis ya que no contienen información relevante bajo los criterios de PCA, en total se eliminan 10 variables “Barreras” de las 20 iniciales. Con las 10 variables restantes se calcula nuevamente el KMO para un nivel de confiabilidad de 0.706 y se mantuvo el nivel de significancia en 0.0.

Barrera	Componente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
B1	0,815	0,333	0,081	0,004	-0,096	-0,035	0,088	-0,156
B2	0,222	-0,008	-0,293	0,121	-0,194	0,476	0,297	0,306
B3	-0,066	0,35	-0,231	0,278	0,552	-0,175	-0,184	0,076
B4	0,801	0,401	-0,033	-0,037	-0,142	-0,047	-0,001	-0,109
B5	-0,519	0,45	-0,105	-0,194	-0,035	0,067	0,239	-0,028
B6	0,818	0,346	0,068	-0,041	0,015	-0,075	-0,079	-0,034
B7	-0,011	-0,008	0,243	0,545	0,258	0,429	0,26	-0,195
B8	0,135	-0,073	0,422	0,256	0,257	0,432	-0,072	0,055
B9	-0,129	-0,038	0,603	0,014	0,201	-0,397	0,087	0,265
B10	-0,289	0,374	-0,242	0,126	0,227	-0,209	-0,292	-0,306
B11	0,178	0,233	-0,344	0,208	0,32	0,189	-0,325	0,525
B12	-0,41	0,645	0,124	0,074	-0,176	0,181	0,128	-0,051
B13	0,008	-0,035	0,166	0,355	-0,472	-0,35	-0,161	0,332
B14	-0,152	0,085	0,49	0,338	-0,279	0,105	-0,295	0,097
B15	-0,207	0,625	-0,019	-0,058	0,03	-0,011	0,277	0,017
B16	0,199	0,051	0,224	-0,211	0,489	-0,256	0,406	0,279
B17	-0,048	0,341	0,49	-0,141	-0,067	-0,002	0,116	0,104
B18	-0,169	0,747	-0,084	0,149	-0,214	-0,07	-0,066	0,128
B19	0,002	0,201	0,464	-0,362	0,183	0,248	-0,412	-0,247
B20	0,074	-0,09	-0,006	0,682	0,034	-0,34	0,24	-0,34

Tabla 13. Resultados de SPSS al calcular la Matriz de componentes principales a los datos de Figura 19 (Elaboración propia)

La etapa 3 y 4 de la Figura 12 consistió en seleccionar el número de componentes principales, a partir de la Tabla 26 se encuentra que más del 50% de la información relevante de la encuesta sobre barreras de difusión esta agrupado en dos componentes principales 1. y 2. Por medio del software se hace una descomposición de la columna “Total” de la Tabla 26 para evidenciar la composición de cada componente y su magnitud, obteniendo la matriz de componentes principales (Tabla 14).

Barrera	Componente			
	1	2	3	4
B4	.915			
B1	.890			
B6	.887			
B12		.805		
B18		.720		
B5		.695		
B15		.686		
B3			.845	
B10			.733	
B16				.944

Tabla 14. Resultados de SPSS, matriz de componentes principales para el conjunto de barreras de difusión. (Elaboración propia)

Habiéndose desarrollado la PCA se encontraron los componentes principales partir de la encuesta sobre barreras que han impedido la difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira son:

- El componente principal 1. contiene las barreras número 4, 1 y 6, explica el 26.9% de la varianza del modelo.
- El componente principal 2. con contiene barreras número 12, 18, 5 y 15, explica el 23.1% de la varianza del modelo.

Barrera #	Componente Principal 1.	Magnitud del vector
4	La falta de conciencia ambiental frente al fenómeno del calentamiento global por parte de la población del departamento La Guajira.	0,910
1	El desconocimiento de la población local de mecanismos de financiación para proyectos que fomentan el uso de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.	0,890
6	El desconocimiento de los líderes sociales del departamento de La Guajira sobre el potencial energético de la región a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.	0,887
Barrera #	Componente Principal 2.	Magnitud del vector
12	La escasez de recursos del Gobierno de Colombia para ampliar la cobertura de energía eléctrica (Sistema Interconectado Nacional).	0,802
18	Baja proporción de profesionales Wayuu con formación en educación superior.	0,720
5	Los costos de implementación de las fuentes de energía solar a pequeña escala comparado con los costos de combustibles fósiles en Colombia.	0,695
15	La insuficiencia de programas educativos a nivel departamental que fomenten el conocimiento e interés por las Fuentes de Energías Renovables.	0,696

Tabla 15 Resultados PCA para datos encuesta Barrera de difusión (Elaboración propia)

La Tabla 15 representa el resultado de aplicar la metodología de análisis de componentes principales al conjunto de datos obtenidos en la encuesta de barreras de difusión para generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira. La primera columna de la Tabla 15 contiene el número de la variable (barrera) y la última columna la magnitud dentro de la matriz de componentes principales.

Finalmente se integró la información obtenida por medio de la estadística descriptiva (Figura 19) y el PCA (Tabla 15) para analizar los resultados de la encuesta barreras de difusión. La Tabla 16 contiene toda la información obtenida en la encuesta para las barreras más relevantes de acuerdo al PCA, se adiciono el porcentaje de acuerdo y desacuerdo; para mejor interpretación de la información se adicionó el tipo de agente, y una columna de observación; donde esta última está en función de si el grado de acuerdo es mayor al desacuerdo por cada barrera.

TIPO AGENTE	BARRERAS COMPONENTE PRINCIPAL 1.	PCA	Respuesta Encuesta		OBSERVACION
			Acuerdo	Desacuerdo	
Conocimiento	La falta de conciencia ambiental frente al fenómeno del calentamiento global por parte de la población del departamento La Guajira.	0,910	41%	29%	Priorizar
Conocimiento	El desconocimiento de la población local de mecanismos de financiación para proyectos que fomentan el uso de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.	0,890	43%	34%	Priorizar
Conocimiento	El desconocimiento de los líderes sociales del departamento de La Guajira sobre el potencial energético de la región a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.	0,887	45%	25%	Priorizar
BARRERAS COMPONENTE PRINCIPAL 2.					
Financiero	La escasez de recursos del Gobierno de Colombia para ampliar la cobertura de energía eléctrica (Sistema Interconectado Nacional).	0,802	28%	61%	Descartar
Conocimiento	Baja proporción de profesionales Wayuu con formación en educación superior.	0,720	24%	67%	Descartar
Financiero	Los costos de implementación de las fuentes de energía solar a pequeña escala comparado con los costos de combustibles fósiles en Colombia.	0,695	33%	63%	Descartar
Institucional, legislativo y político	La insuficiencia de programas educativos a nivel departamental que fomenten el conocimiento e interés por las Fuentes de Energías Renovables.	0,696	29%	63%	Descartar

Tabla 16. Matriz de priorización de Barreras de difusión. (Elaboración propia)

Las tres variables que conforman el componente principal 1., tienen una proporción de respuestas favorable (de acuerdo) mayor a las desfavorables (desacuerdo), véase Tabla 16. Se evidencia que los encuestados coinciden en la existencia de estas barreras, que según el PCA son las relevantes del conjunto de 20 barreras evaluadas. La variable B4 - “La falta de conciencia ambiental frente al fenómeno del calentamiento global...” por ejemplo, es la barrera de difusión con mayor magnitud en la matriz de

componentes principales (0.915 - Tabla 14). De acuerdo a los resultados de la encuesta para la variable B4, la moda fue de acuerdo con un 41% de las respuestas. La congruencia entre el PCA y la estadística descriptiva para el conjunto de respuestas muestra que la falta de conciencia ambiental por parte de los pobladores del departamento de La Guajira es una barrera que priorizar. El mismo ejercicio se hizo para las 6 variables restantes en la Tabla 16, generando la última columna de la tabla (observación).

El componente principal 2. de la Tabla 16 está compuesto por 4 variables (barreras) de diferente tipo de agente, todas con un porcentaje de desacuerdo mayor al de acuerdo. Del conjunto de 20 barreras evaluadas la información que podemos obtener del componente principal 2. por medio del PCA es la importancia que los encuestados le dieron al interrelacionar sus respuestas, pero cuando vemos por medio de la estadística descriptiva la respuesta se evidenció que es desfavorable la opinión sobre las mismas, llevando a la conclusión de descartarlas las 4 variables como barreras de difusión (B12, B18, B5 y B15).

Con base en los resultados de la encuesta y el análisis de la información se identificó que del conjunto de barreras compiladas las de tipo conocimiento son las que en mayor medida impiden que las comunidades aisladas de La Guajira aprovechen las bondades de la generación eléctrica solar. Siendo las barreras más marcadas:

1. La falta de conciencia ambiental frente al fenómeno del calentamiento global por parte de la población del departamento La Guajira.
2. El desconocimiento de la población local de los mecanismos de financiación para proyectos que fomentan el uso de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.
3. El desconocimiento de los líderes sociales del departamento de La Guajira sobre el potencial energético de la región a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.

Lo anterior muestra que los proyectos de generación eléctrica solar que se han venido realizando a la fecha no generan la difusión tecnología en las comunidades aisladas del departamento de La Guajira. Las soluciones ejecutadas a la fecha se han enfocado en la problemática de falta de acceso a la energía eléctrica y no han tenido en cuenta el desarrollo del conocimiento de la población local frente a las fuentes no convencionales de energía renovable. Los esfuerzos de los actores involucrados en el marco de las TIS (Tabla 5) deben enfocarse en mostrar la problemática de uso combustibles fósiles, las bondades FNCER y la existencia de mecanismo de financiación para iniciativas de generación eléctrica solar.

El ejercicio de selección y priorización de barreras por medio del método de análisis de componentes principales se repitió para determinar las acciones más relevantes para ampliar la generación eléctrica solar a pequeña escala en el departamento de La Guajira. Fue necesario eliminar del modelo 10 variables que no eran significantes para el

análisis, el resultado contó con un nivel de confiabilidad de 0.755 en la prueba KMO y un nivel de significancia de 0.000 en el test de Bartlett; el determinante de la matriz de correlación es igual a 0.040. Se consolidó la información y se obtuvo la Tabla 17.

Por medio del PCA se determinó que las acciones ejecutar para favorecer la difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira son en su mayoría de tipo generación de conocimiento y formación de mercado. Es posible desarrollar mecanismos de transferencia de conocimiento que al mismo tiempo incentiven el interés de la población del departamento de La Guajira por la generación eléctrica solar, un ejemplo es el llevar a cabo conferencias con la participación de expertos en FNCER donde se muestre que el aprovechamiento de la energía solar genera un impacto social positivo y como esta es una solución económicamente viable para las ZNI.

El objetivo de las acciones planteadas para impulsar la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira es generar una sinergia en torno a la conciencia y cultura ambiental en el departamento, con lo cual se puede tener una solución energética para las ZNI capaz de sostenerse en el tiempo por sí misma. A continuación, se presenta el conjunto de acciones compiladas con mayor relevancia (Tabla 17):

1. Incentivar a las empresas privadas del departamento de La Guajira a generar impacto social haciendo uso de la energía solar.
2. Recopilar información sobre la Energía Solar y generar una base de datos pública con el apoyo de actores públicos y privados.
3. Llevar a cabo conferencias y talleres dictados por expertos en FNCER sobre las bondades de la generación de electricidad por medio de Energía Solar.
4. Formar líderes de la etnia Wayuu en conocimiento sobre las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.
5. Incrementar fondos para expansión del Sistema Interconectado Nacional por parte del Gobierno de Colombia.
6. Establecer una hoja de ruta que consolide el plan de trabajo de las entidades estatales enfocadas en ampliar la cobertura de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas.
7. Generar a nivel nacional estándares y lineamientos para el montaje, mantenimiento y operación de equipos que funcionen con Energía Solar.

TIPO AGENTE	ACCIONES COMPONENTE PRINCIPAL 1.	PCA	Respuesta Encuesta		OBSERVACION
			Acuerdo	Desacuerdo	
Mercado	Incentivar a las empresas privadas del departamento de La Guajira a generar impacto social haciendo uso de la energía solar.	0,881	41%	41%	Priorizar
Conocimiento	Recopilar información sobre la Energía Solar y generar una base de datos pública con el apoyo de actores públicos y privados.	0,842	29%	47%	Descartar
Conocimiento	Llevar a cabo conferencias y talleres dictados por expertos en Energía Renovable sobre los beneficios de la generación de electricidad por medio de Energía Solar.	0,841	43%	43%	Priorizar
Conocimiento	Formar líderes de la etnia Wayuu en conocimiento sobre las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.	0,835	3%	33%	Descartar
ACCIONES COMPONENTE PRINCIPAL 2.					
Institucional, legislativo y político	Incrementar fondos para expansión del Sistema Interconectado Nacional por parte del Gobierno de Colombia.	0,390	34%	34%	Priorizar
Financiero	Establecer una hoja de ruta que consolide el plan de trabajo de las entidades estatales enfocadas en ampliar la cobertura de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas.	0,850	36%	32%	Priorizar
Técnico	Generar a nivel nacional estándares y lineamientos para el montaje, mantenimiento y operación de equipos que funcionen con Energía Solar.	0,803	34%	46%	Descartar

Tabla 17. Matriz de priorización de posibles Acciones de difusión. (Elaboración propia)

Las barreras que impiden la difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en el departamento de La Guajira son de tipo conocimiento, demostrando que el desarrollo de conocimiento es un factor muy relevante para determinar la capacidad de una población de recibir una tecnología. Las acciones que se deben emprender para fomentar generación eléctrica solar La Guajira son de tipo conocimiento, de mercado y legislativas; se hace necesario generar mecanismos que propicien el interés de la población local por la energía solar, también se debe impulsar el mercado ya existente y crear legitimidad alrededor de las fuentes no convencionales de energía renovable.

C – Modelo de evaluación

En esta capítulo se integran los resultados de los objetivos 1 y 2. por medio de la VMM para elaborar la estructura de valor, esto bajo el marco de las necesidades particulares del departamento de La Guajira y el conjunto de acciones que se han venido identificando para el fomento de las FNCER en la región. La estructura de valor utilizada por la Metodología de Medición del Valor dicta cinco factores para evaluación de proyectos de innovación tecnológica con impacto social:

1. Valor para el usuario directo.
2. Valor social.
3. Valor operativo para el gobierno.
4. Valor financiero para el gobierno.
5. Valor estratégico o político.

Cada factor se dividió en una serie de parámetros capaces de evaluar componentes diferentes al costo cuando se trata de un proyecto de generación eléctrica solar a pequeña escala. Los parámetros se establecieron con base en el conjunto de barreras y acciones compiladas en las secciones anteriores; la clasificación del conjunto de barreras y acciones por tipo de agente permite integrar los resultados en el marco de las TIS con la estructura de valor de la VMM.

Para el primer factor “Valor para el usuario directo” se establecieron cuatro parámetros, cada uno con su criterio de medición y evaluación.

- 1.1 Funcionalidad de la solución: Evalúa si el sistema diseñado para la generación de energía eléctrica a partir de energía solar cumple su función, para esto se miden tres variables:
 - a. El sistema cubre la demanda de carga
 - b. El sistema garantiza suministro de energía eléctrica las 24 horas los 7 días de la semana (24/7)
 - c. El sistema permite energizar múltiples equipos al tiempo
- 1.2 Conocimiento de la solución: Evalúa si el usuario o grupo de usuarios conocen como funciona y se opera el sistema, para esto se miden dos variables:
 - a. El usuario sabe operar el equipo (se debe una diseñar evaluación)

- b. El usuario sabe hacer mantenimiento al equipo/sistema El usuario sabe hacer mantenimiento al equipo/sistema
- 1.3 Facilidad de uso de la solución: Evalúa si los recursos para generación de energía eléctrica a partir de energía solar son fáciles de operar, para esto se miden dos variables:
 - a. Los equipos tienen múltiples idiomas de operación
 - b. El nivel de esfuerzo requerido para operar el equipo
- 1.4 Integración de la solución con sistemas existentes: Evalúa si la solución planteada se acopla e integra a sistemas similares que ya posea el usuario, para esto se miden dos variables:
 - a. El nivel de esfuerzo necesario para que la solución se adapte/integre a otras tecnologías.
 - b. La solución está pensada para integrarse con otros desarrollos de los que se beneficia el usuario actualmente.

En el segundo factor “Valor Social” se evalúan cinco parámetros, cada uno con su criterio de medición y evaluación.

- 2.1 Reproducibilidad de la solución: Evalúa si el sistema diseñado para la generación de energía eléctrica a partir de energía solar es replicable, para esto se miden dos variables:
 - a. Complejidad para replicar el sistema en otras comunidades con condiciones similares, es decir ZNI.
 - b. Incremento del costo frente a replicar el sistema en otro usuario bajo las mismas condiciones.
- 2.2 Disponibilidad de información documentada: Evalúa la existencia de información documentada sobre el proceso de difusión tecnológica llevado a cabo, para esto se miden tres variables:
 - a. Existencia de documentación de libre acceso, detallada con la justificación y forma en la que se desarrolló el proyecto
 - b. Se cuenta con manuales de operación y mantenimiento de los equipos
 - c. Los manuales de operación y mantenimiento de los equipos están adaptados al idioma local y son de fácil interpretación
- 2.3 Involucramiento del usuario: Evalúa si Durante el proceso de desarrollo de la solución se involucró al (os) usuario(s), para esto se miden dos variables:
 - a. La participación de la comunidad para el desarrollo del proyecto
 - b. El aporte de conocimiento y experiencia por parte del usuario para el desarrollo de la solución

- 2.4 Participación de la academia: Evalúa si Universidades/Colegios/Institutos se involucraron en el desarrollo de la solución, para esto se miden dos variables:
 - a. La participación de expertos académicos en generación de energía eléctrica a partir de FNCER.
 - b. La participación de instituciones académicas de la región (locales).
- 2.5 Replicación de los mecanismos de financiación: Evalúa si el mecanismo o mecanismos de financiación empleados son extensibles a otros proyectos de características similares, se mide por medio de:
 - a. Los mecanismos de financiación utilizados permiten apalancar otros proyectos de generación de energía eléctrica a partir de energía a solar a pequeña escala en la región

Para el tercer factor “Valor Operativo para el Gobierno” se evalúan seis parámetros, cada uno con su criterio de medición y evaluación.

- 3.1 Medidor de desempeño: Evalúa si la solución cuenta con métricas y lineamientos para evaluar su impacto y desempeño, para esto se miden cuatro variables:
 - a. El diseño de indicadores de desempeño para cuantificar el impacto social de la solución.
 - b. La solución cuenta con indicadores financieros para cuantificar el costo de implementación y de operación.
 - c. Existe una métrica para evaluar el nivel de mejora en la cobertura de energía del usuario.
 - d. Se diseñaron indicadores de desempeño para cuantificar el rendimiento operativo de la solución.
- 3.2 Disponibilidad de la tecnología: Evalúa si la tecnología utilizada en la solución es comercial y de producción en masa, para esto se miden tres variables:
 - a. Los equipos y componentes utilizados en la solución son asequibles y de fácil alcance para el público en general
 - b. Los equipos y componentes utilizados en la solución son de marcas con trayectoria en el mercado
 - c. Existe disponibilidad de repuestos para los equipos y componentes utilizados en la solución
- 3.3 Seguridad: Evalúa si los componentes físicos y/o electrónicos del proyecto no representan un riesgo para el usuario, para esto se miden tres variables:
 - a. Los equipos y elementos por utilizarse ya han sido probados bajo condiciones similares a las requeridas.
 - b. En el diseño de la solución se cuenta con mecánicas de seguridad como paradas de emergencia, protecciones eléctricas y poka-yoke, entre otros.

- c. La solución cumple con la Norma Técnica Colombiana para el manejo de energía eléctrica.
- 3.4 Telemetría: Evalúa si existe medición remota de la generación y consumo de energía de eléctrica, para esto se miden dos variables:
- a. La solución cuenta con equipos de monitoreo de fácil acceso e interpretación.
 - b. La solución cuenta con mecanismos de almacenamiento de información y posterior envío hacia un operador.
- 3.5 Escalabilidad: Evalúa si la solución/modelo implementado es apto para futuras expansiones, para esto se miden dos variables:
- a. La solución es integrable al sistema nacional interconectado de transmisión de energía eléctrica.
 - b. El diseño del sistema tiene restricciones en caso de ser necesario una ampliación para brindar mayor capacidad de suministro de energía.
- 3.6 Solución transversal para múltiples actores: Evalúa si el proyecto atiende los requerimientos y/o necesidades de diferentes entidades del gobierno, ONG, academia o privados, para esto se miden dos variables:
- a. El desarrollo e implementación del proyecto exige el trabajo en conjunto de múltiples entidades del estado.
 - b. La solución cuenta con la participación de ONG, la comunidad académica y privados.

“Valor Financiero para el Gobierno” es el cuarto factor que debe tener en cuenta a la hora de medir el impacto de un proyecto. En el ámbito financiero se evalúan tres parámetros, cada uno con su criterio de medición y evaluación.

- 4.1 Nivel de inversión: Evalúa si la solución representa la alternativa de menor costo de inversión (no tiene en cuenta costos operativos) frente a otras tecnologías de FNCER, para esto se miden dos variables:
- a. Existe una comparativa en términos del costo de inversión del proyecto y el costo de implementación de otras alternativas de solución que aprovechan las FNCER
 - b. La solución propuesta representa la opción con menor costo inversión entre las FNCER
- 4.2 Costo de mantenimiento: Considera si el proyecto evalúa los costos de operación y mantenimiento del servicio posterior a su implementación bajo un horizonte de tiempo, para esto se miden dos variables:
- a. El costo de operación y mantenimiento de la infraestructura tecnológica es calculado y contemplado dentro del presupuesto del proyecto.

- b. Existe una comparativa entre los costos de operación y mantenimiento del servicio de energía eléctrica por medio de FNCER y generación de eléctrica por medio de fuentes convencionales

4.3 Capital externo: Evalúa si que el proyecto se financia por capital económico diferente al del gobierno nacional, se mide por medio de:

- a. La financiación económica del proyecto depende del gobierno nacional.

El último factor que se contempla es el “Valor Estratégico o Político” que incluye el componente de innovación de un proyecto de FNCER. En este apartado se evalúan cuatro parámetros, cada uno con su criterio de medición y evaluación.

5.1 Impacto social: Evalúa si el proyecto impulsara el aprovechamiento de las FNCER en Colombia, se mide en función de:

- a. El impacto social del proyecto apalancara la consecución de recursos económicos para incrementar el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica en La Guajira.

5.2 Transparencia: Evalúa si el proyecto se ha desarrollado bajo los estándares nacionales e internaciones en materia de transparencia, para esto se miden dos variables:

- a. El proyecto cuenta con sistemas de información electrónica y un link para acceso a la información pública.
- b. El acceso a la información es ecuánime para usuarios, y demás actores: entidades, y organizaciones públicas y privadas.

5.3 Cambio cultural: Evalúa si la solución reducirá el consumo de combustibles fósiles de los beneficiarios del proyecto:

- a. El proyecto tiene en cuenta y calcula la disminución esperada de emisiones de gases de efecto invernadero (Kg CO₂) emitida por los beneficiarios.

5.4 Tecnología local: Evalúa si la solución hace uso o implica el desarrollo de tecnología local, para esto se miden dos variables:

- a. Uso de componentes tecnológicos desarrollados en Colombia
- b. Desarrollo de tecnología local para satisfacer necesidades particulares del proyecto

Una vez se determinan los parámetros que componen cada uno de los factores y sus criterios de evaluación (Sección F de Anexos), se procede a ponderarlos utilizando la metodología AHP. las características de los expertos que participaron son las siguientes:

- Experto 1: Representante de la comunidad académica y científica. Profesor e investigador de la Universidad de la Guajira. Profesional en sociología con más

de 20 años de experiencia como docente en el departamento de La Guajira, tiene especialización en administración de programas de desarrollo social.

- Experto 2: Representante del sector público. Representante a la Cámara de representantes por el departamento de La Guajira (2014 – 2017) (2018 – 2021). Experiencia en desarrollo de proyectos de beneficio social para la región y de orden territorial.
- Experto 3: Representante de la comunidad indígena Wayuu. Gobernador del resguardo indígena Provincial (Barrancas, La Guajira). Miembro del consejo territorial de planeación departamental y líder social de su comunidad, con lo que ha impulsado múltiples proyectos de beneficio social con el apoyo de entidades públicas y privadas.
- Experto 4: Representante del sector privado. Gestora de proyectos de la empresa SOWITEC Colombia. SOWITEC es uno de líderes mundiales en desarrollo de proyectos de energía renovable, con una subsidiaria en Colombia desde el año 2012 la empresa cuenta con experiencia en gestión de proyectos de energía eólica y solar particularmente en el departamento de La Guajira, trabajando en conjunto con la corporación autónoma regional Corpoguajira.

La Tabla 18 representa el resultado de asignar el nivel de importancia para los factores que componen la estructura de valor, por ejemplo, se puede interpretar de la tabla que para un proyecto de generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira el “Valor Estratégico o Político” es tres veces más importante que el “Valor Financiero para el gobierno”. La Tabla 19 es resultado de la normalización de los puntajes, en la columna ponderación se evidencia porcentaje de peso de cada uno de los factores.

Factor	Valor al Usuario Directo	Valor Social	Valor Operativo para el Gobierno	Valor Financiero para el Gobierno	Valor Estratégico o Político (Innovación)
Valor al Usuario Directo	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00
Valor Social	0,50	1,00	2,00	3,00	2,00
Valor Operativo para el Gobierno	0,50	0,33	1,00	0,33	0,50
Valor Financiero para el Gobierno	0,50	0,33	3,00	1,00	0,33
Valor Estratégico o Político (Innovación)	1,00	0,50	2,00	3,00	1,00

Tabla 18. Matriz de asignación de puntajes AHP para factores de estructura de valor (Elaboración propia).

Factores Normalizados	Valor al Usuario Directo	Valor Social	Valor Operativo para el Gobierno	Valor Financiero para el Gobierno	Valor Estratégico o Político (Innovación)	Ponderación
Valor al Usuario Directo	0,29	0,48	0,20	0,21	0,21	27,7%
Valor Social	0,14	0,24	0,20	0,32	0,41	26,4%
Valor Operativo para el Gobierno	0,14	0,08	0,10	0,04	0,10	9,2%
Valor Financiero para el Gobierno	0,14	0,08	0,30	0,11	0,07	14,0%
Valor Estratégico o Político (Innovación)	0,29	0,12	0,20	0,32	0,21	22,7%

Tabla 19. Factores de estructura de valor normalizados (Elaboración propia).

Finalmente se constituye la matriz de evaluación bajo la estructura de valor de la VMM para proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala, esta está compuesta por factores y parámetros ponderados a partir de la metodología AHP, véase Tabla 20. En la sección de anexos se puede encuentran las matrices de asignación de puntajes que se desarrollaron con la ayuda de los cuatro expertos y su respectiva normalización.

ID	Parámetros de evaluación	Peso	
1	Valor al Usuario Directo	27,74%	
1,1	Funcionalidad de la solución	33,33%	9,25%
1,2	Conocimiento de la solución	33,33%	9,25%
1,3	Facilidad de uso de la solución	16,67%	4,62%
1,4	Integración de la solución con sistemas existentes	16,67%	4,62%
2	Valor Social	26,36%	
2,1	Reproducibilidad de la solución	14,11%	3,72%
2,2	Disponibilidad de información documentada	23,58%	6,22%
2,3	Involucramiento del usuario	31,57%	8,32%
2,4	Participación de la academia	9,76%	2,57%
2,5	Replicación de los mecanismos de financiación	20,99%	5,53%
3	Valor Operativo para el Gobierno	9,24%	
3,1	Medidor de desempeño	23,54%	2,18%
3,2	Disponibilidad de la tecnología	6,68%	0,62%
3,3	Seguridad	18,52%	1,71%
3,4	Telemetría	17,00%	1,57%
3,5	Escalabilidad	21,90%	2,02%
3,6	Solución transversal para múltiples actores	12,37%	1,14%
4	Valor Financiero para el Gobierno	13,98%	
4,1	Nivel de inversión	36,40%	5,09%
4,2	Costo de mantenimiento	35,01%	4,89%
4,3	Capital externo	28,58%	4,00%
5	Valor Estratégico o Político (Innovación)	22,68%	
5,1	Impacto social	27,38%	6,21%
5,2	Transparencia	24,11%	5,47%
5,3	Cambio cultural	24,80%	5,63%
5,4	Tecnología local	23,63%	5,36%
	Total	100%	

Tabla 20 Matriz de evaluación de proyectos (factores y parámetros) – Preliminar (Elaboración propia).

Para validar la matriz de evaluación (Tabla 20) se seleccionaron dos proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira que se encontraran aprobados por el gobierno nacional y estuviesen en etapa de ejecución o hubiesen finalizado dentro los últimos seis meses. Durante el proceso de selección de los proyectos se tuvieron en cuenta los lineamientos del gobierno nacional en lo relacionado con contratación en proyectos de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, Decreto 570 de 2018 - Artículo 2.2.3.8.7.3 (Ministerio de Minas y Energía, 2018):

Como ya se mencionó en la metodología la estructura de riesgo y de costo no se tiene en cuenta debido a que los proyectos a comparar tienen alcances diferentes. Por otro lado, el riesgo evalúa el impacto que produciría un evento futuro, los casos de estudios a seleccionar corresponden a proyectos en etapa de ejecución y recientemente finalizados, por lo que eventos que hubiesen podido anticiparse ya pudieron haber ocurrido. Se recomienda incluir el riesgo durante la etapa de planeación de un proyecto de FNCER, siempre contando con la participación de un grupo de profesionales expertos en el área.

El primer proyecto evaluado se titula “Implementación de un sistema de generación de energía eléctrica a nivel residencial en los hogares priorizados a través del uso de fuentes renovables”. Este proyecto se encuentra en etapa de finalización en el

municipio de Fonseca departamento de La Guajira, y pretende mejorar las condiciones de vida de 250 usuarios de comunidades indígenas ubicados en diferentes veredas de Fonseca que no cuentan con fluido eléctrico, el municipio cuenta con un total de 34.300 habitantes. El proyecto consiste en la instalación de un sistema de paneles fotovoltaicos con capacidad de almacenamiento de energía para tener un día de autonomía, la solución es por vivienda (Ministerio de Minas y Energía, 2017).

El segundo proyecto seleccionado se titula “Implementación de sistemas de generación de energía solar fotovoltaicas autónomos para la energización de viviendas en las zonas rurales no interconectadas del municipio de Urumita”. El municipio de Urumita tiene déficit de 498 viviendas sin servicio de energía eléctrica, ante lo cual la falta de cobertura se justifica en los altos costos de ampliación de la red eléctrica para el operador Electricaribe S.A. principalmente por la topología del terreno. Urumita cuenta con un total de 18.800 habitantes repartidos en zona rural y urbana, este proyecto está enfocado en dar solución energética a 261 viviendas ubicadas fuera del caso urbano en cercanías a la serranía del Perijá. (Alcaldía Municipal de Urumita, 2019).

El resumen de los dos proyectos seleccionados se puede evidenciar en la Tabla 21. El caso de estudio número uno (1) es un proyecto impulsado por el FAZNI y el caso numero dos (2) es un proyecto liderado por los Órganos colegiados de Administración y decisión (OCAD)¹⁰. Ambos proyectos son aptos para compararse entre si ya que tienen un alcance similar, utilizan el mismo tipo de tecnología, la magnitud de usuarios a beneficiarse es semejante y el presupuesto per cápita por usuario idéntico (18.2M COP/usuario).

Caso de estudio	Descripción	Departamento	Municipio	Entidad	Código	Presupuesto COP
Caso 1.	Implementación de un sistema de generación de energía eléctrica a nivel residencial en los hogares priorizados a través del uso de fuentes renovables (fotovoltaica), para mejorar las condiciones de vida de 250 familias ubicadas en las veredas del área rural del municipio de Fonseca	La Guajira	Fonseca	FAZNI	20171330009962	\$ 4,543,757,127
Caso 2.	Implementación de sistemas de generación de energía solar fotovoltaicas autónomos para la energización de viviendas en las zonas rurales no interconectadas del municipio de Urumita	La Guajira	Urumita	OCAD	20181301010670	\$ 4,767,235,209

Tabla 21. Proyectos por evaluar (Elaboración propia)

El resultado de aplicar la matriz de evaluación al caso de estudio 1. se puede evidenciar en la Tabla 22, el puntaje otorgado al proyecto es de 33 sobre 100. Se encontró que para el proyecto ejecutado en el municipio de Fonseca la consulta previa se desarrolló durante la etapa de ejecución y no de manera previa a la planificación de este como lo exige la legislación colombiana para proyectos que benefician a pueblos indígena, adicional la responsabilidad de ejecutar la consulta previa se trasladó al contratista, esto

¹⁰ Órganos colegiados de Administración y decisión (OCAD) es una entidad que evalúa, viabiliza, aprueba y prioriza los programas y proyectos que serán financiados con recursos del FCTeI del Sistema General de Regalías. (Colciencias, 2019)

representa un riesgo importante para el ejecutor en términos que la comunidad beneficiada acoja la solución desarrollada. Este hallazgo es importante ya que no se entiende como la entidad que regula el proyecto traslade esta responsabilidad al contratista dentro del pliego de condiciones¹¹.

Con base a los requerimientos planteados en el pliego de licitación, se destaca de la solución desarrollada en Fonseca que fue pensada para el beneficio del usuario, lo cual es el reflejo de la gestión de una entidad como FAZNI con experiencia en este tipo de soluciones, a favor también tiene que el involucramiento de la población local durante el desarrollo de la solución y el concebir los mecanismos para capacitar a los usuarios en los mantenimientos de los equipos. Como puntos bajos el proyecto tiene falencias en otros factores, no teniendo en cuenta principalmente el Valor Estratégico o político: No se calculó la reducción en emisiones de CO2, tampoco se hace uso de tecnologías desarrolladas en Colombia y mucho menos se proyecta apalancar otros proyectos de FNCER bajo esta implementación (dispac, 2017) .

ID	Parámetros de evaluación	Peso	Ponderación
1	Valor al Usuario Directo	27,74%	20,3
1,1	Funcionalidad de la solución	9,25%	6,0
1,2	Conocimiento de la solución	9,25%	8,3
1,3	Facilidad de uso de la solución	4,62%	3,7
1,4	Integración de la solución con sistemas existentes	4,62%	2,3
2	Valor Social	26,36%	8,4
2,1	Reproducibilidad de la solución	3,72%	1,9
2,2	Disponibilidad de información documentada	6,22%	3,7
2,3	Involucramiento del usuario	8,32%	0,0
2,4	Participación de la academia	2,57%	0,0
2,5	Replicación de los mecanismos de financiación	5,53%	2,8
3	Valor Operativo para el Gobierno	9,24%	2,3
3,1	Medidor de desempeño	2,18%	1,1
3,2	Disponibilidad de la tecnología	0,62%	0,5
3,3	Seguridad	1,71%	0,7
3,4	Telemetría	1,57%	0,0
3,5	Escalabilidad	2,02%	0,0
3,6	Solución transversal para múltiples actores	1,14%	0,0
4	Valor Financiero para el Gobierno	13,98%	2,0
4,1	Nivel de inversión	5,09%	0,0
4,2	Costo de mantenimiento	4,89%	1,5
4,3	Capital externo	4,00%	0,6
5	Valor Estratégico o Político (Innovación)	22,68%	0,0
5,1	Impacto social	6,21%	0,0
5,2	Transparencia	5,47%	0,0
5,3	Cambio cultural	5,63%	0,0
5,4	Tecnología local	5,36%	0,0
TOTAL			33,0

Tabla 22 . Resultados aplicar al Caso 1. la matriz evaluación (Elaboración propia)

Para el caso de estudio 2. el puntaje del proyecto es 15.2 sobre 100. El proyecto que esta ejecución para la implementación de generación solar fotovoltaica en zonas rurales el municipio de Urumita tiene falencias frente a los parámetros evaluados, se

¹¹ Pliego de condiciones: “Es el conjunto de normas que rigen el proceso de selección y el futuro Contrato, en los que se señalan las condiciones objetivas, plazos y procedimientos dentro de los cuales los proponentes deben formular su oferta para participar en el Proceso de Contratación del Contratista y tener la posibilidad de obtener la calidad de adjudicatario del presente Proceso de Contratación.” (Colombia Compra Eficiente, 2018)

detectan oportunidades en el señalamiento de la población objetivo y por tanto en sus necesidades particulares, mucho menos se prevé capacitación a los usuarios en el uso y mantenimiento de los equipos; por otro lado los costos del proyecto son de carácter genérico y no están aterrizados a la topografía del lugar pudiendo ocasionar sobre costos. A diferencia del proyecto ejecutado en el municipio de Fonseca este no cuenta con consulta previa ya que no interviene población étnica, los lineamientos de este proyecto solo exigen mostrar solución a una problemática sin enfocarse en el usuario; el puntaje es el reflejo de una entidad como el OCAD con poca experiencia en la implementación de proyectos de FNCER. En general el caso 2. es un proyecto con falencias desde el planteamiento del alcance y que se agudizan durante la ejecución, el detalle de la evaluación se encuentra en la Tabla 23.

ID	Parámetros de evaluación	Peso	Ponderación
1	Valor al Usuario Directo	27,74%	9,2
1,1	Funcionalidad de la solución	9,25%	5,5
1,2	Conocimiento de la solución	9,25%	0,0
1,3	Facilidad de uso de la solución	4,62%	3,7
1,4	Integración de la solución con sistemas existentes	4,62%	0,0
2	Valor Social	26,36%	3,1
2,1	Reproducibilidad de la solución	3,72%	1,9
2,2	Disponibilidad de información documentada	6,22%	0,0
2,3	Involucramiento del usuario	8,32%	0,0
2,4	Participación de la academia	2,57%	1,3
2,5	Replicación de los mecanismos de financiación	5,53%	0,0
3	Valor Operativo para el Gobierno	9,24%	1,6
3,1	Medidor de desempeño	2,18%	0,5
3,2	Disponibilidad de la tecnología	0,62%	0,3
3,3	Seguridad	1,71%	0,7
3,4	Telemetría	1,57%	0,0
3,5	Escalabilidad	2,02%	0,0
3,6	Solución transversal para múltiples actores	1,14%	0,0
4	Valor Financiero para el Gobierno	13,98%	1,2
4,1	Nivel de inversión	5,09%	0,0
4,2	Costo de mantenimiento	4,89%	0,7
4,3	Capital externo	4,00%	0,6
5	Valor Estratégico o Político (Innovación)	22,68%	0,0
5,1	Impacto social	6,21%	0,0
5,2	Transparencia	5,47%	0,0
5,3	Cambio cultural	5,63%	0,0
5,4	Tecnología local	5,36%	0,0
		TOTAL	15,2

Tabla 23. Resultados aplicar al Caso 2. la matriz evaluación (Elaboración propia)

	Caso 1.	Caso 2.
Presupuesto del proyecto	\$ 4.543	\$ 4.767
Usuarios beneficiados	250	261
Valor del proyecto VMM	33,0	15,2

Tabla 24. Comparativa resultados Caso 1. y Caso 2. bajo matriz de evaluación – preliminar (Elaboración propia)

Del ejercicio de validación y prueba de la matriz de evaluación de proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira se obtuvieron se identificaron una serie de oportunidades de mejora en los proyectos evaluados con base a su calificación (Tabla 24), las cuales de haberse contemplado en el alcance inicial de los

mismos habría mejorado su puntaje y por consiguiente el nivel de aporte (valor) de estos a los beneficiarios y la sociedad; las oportunidades son:

- Incluir dentro de los entregables a la comunidad la documentación detallada de cómo se ejecutó el proyecto y su justificación. El contar con información documentada favorece la reproducibilidad y escalabilidad de un proyecto.
- Involucrar al usuario final durante la etapa de planificación y ejecución del proyecto. El conocimiento y experiencia de los usuarios es fundamental en este tipo de proyectos para determinar la demanda real de energía eléctrica y aplicación.
- Involucrar a la comunidad académica a lo largo de la ejecución del proyecto para fomentar el desarrollo de conocimiento y tecnología local.
- El diseño de indicadores de desempeño para evaluar el impacto de la solución ante las necesidades de la comunidad objetivo.
- La inclusión de mecanismos de seguridad como paradas de emergencia y dispositivos de protección electrónica; elementos fundamentales para salvaguardar la vida de los usuarios y extender la vida de los equipos.
- Incluir dispositivos de telemetría. Estos equipos son necesarios para el monitoreo del sistema y su correcta operación, además de brindar las herramientas para cuantificar la eficiencia energética.
- Contemplar dentro del diseño técnico de la solución puntos de conexión con el sistema interconectado nacional. En caso de una expansión del SIN es importante que el diseño pueda acoplarse para funcionar como respaldo o mecanismo de cogeneración.
- Fomentar el mantenimiento autónomo de los equipos por medio del desarrollo de conocimiento y creación de asociación de usuarios.
- Presentar la disminución en emisiones de gases efecto invernadero que se lograra con la implementación del proyecto. Ítem importante que tiene en cuenta el decreto 570 de 2018.

La ponderación de ambos proyectos arrojó en ambos casos puntajes inferiores a 35 sobre 100, se concluye que bajo un alcance similar el proyecto ejecutado en el municipio de Fonseca es una mejor alternativa frente al de Urumita; sin embargo, ambos proyectos se quedan cortos en su propuesta de valor. Se debe resaltar que, aunque ambos son proyectos impulsados por entidades gubernamentales, el FAZNI se muestra con mayor experiencia en gestión de proyectos de FNCER que el OCAD para ZNI. En Colombia el FAZNI es la entidad con mayor capacidad financiación de proyectos de generación de energía eléctrica en las ZNI, debido al objeto de creación y su antigüedad son el fondo con mayor experiencia y trayectoria en ampliación de la cobertura eléctrica por fuera del SNI en el país.

Con respecto a los resultados del ejercicio de validación de los proyectos seleccionados se detectaron las siguientes oportunidades en el proceso de evaluación de proyectos:

1. Pliego de condiciones: Incluir un nuevo parámetro para evaluar la calidad del documento que rige el proceso de selección del contratista. Durante el proceso de licitación de los proyectos se detectaron vacíos técnicos, ausencia de la consulta previa y falta de detalles sobre el alcance del proyecto.
2. Funcionalidad de la solución: Es necesario ampliar el rango de medición de este parámetro, pasando de 12 horas diarias contemplar sistemas con cobertura 24 horas los siete días a la semana.

Del resultado del ejercicio de validación se incluyó en la matriz de evaluación el parámetro de pliego condiciones y se modificaron los criterios de evaluación del parámetro facilidad de uso de la solución, para la ponderación se aplicó nuevamente AHP con la ayuda de los cuatro expertos, viéndose modificada la estructura de valor; el factor Valor Estratégico o Político aumentó su peso con base a que se encuentra relevante tener un pliego de condiciones de buena calidad. La Tabla 25 es la matriz definitiva de este estudio para evaluación de proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala.

La matriz fue desarrollada con base a los hallazgos de esta investigación que está enfocada en las necesidades particulares de las comunidades aisladas del departamento de La Guajira, así mismo este ejercicio se puede replicar para otro tipo de proyectos de FNCER como energía eólica o geotérmica conservando muchos de los parámetros aquí definidos, modificando variables puntuales asociadas con el valor al usuario directo, las cuales dependen de las condiciones particulares del lugar (marco de las TIS - Tabla 5).

ID	Parámetros de evaluación	Peso	Ponderación
1	Valor al Usuario Directo	23,1%	
1,1	Funcionalidad de la solución	33,3%	7,7%
1,2	Conocimiento de la solución	33,3%	7,7%
1,3	Facilidad de uso de la solución	16,7%	3,9%
1,4	Integración de la solución con sistemas existentes	16,7%	3,9%
2	Valor Social	26,6%	
2,1	Reproducibilidad de la solución	14,1%	3,8%
2,2	Disponibilidad de información documentada	23,6%	6,3%
2,3	Involucramiento del usuario	31,6%	8,4%
2,4	Participación de la academia	9,8%	2,6%
2,5	Replicación de los mecanismos de financiación	21,0%	5,6%
3	Valor Operativo para el Gobierno	8,5%	
3,1	Medidor de desempeño	23,5%	2,0%
3,2	Disponibilidad de la tecnología	6,7%	0,6%
3,3	Seguridad	18,5%	1,6%
3,4	Telemetría	17,0%	1,5%
3,5	Escalabilidad	21,9%	1,9%
3,6	Solución transversal para múltiples actores	12,4%	1,1%
4	Valor Financiero para el Gobierno	13,2%	
4,1	Nivel de inversión	36,4%	4,8%
4,2	Costo de mantenimiento	35,0%	4,6%
4,3	Capital externo	28,6%	3,8%
5	Valor Estratégico o Político (Innovación)	28,5%	
5,1	Impacto social	27,4%	7,8%
5,2	Transparencia	18,3%	5,2%
5,3	Pliego de condiciones	14,6%	4,2%
5,4	Cambio cultural	21,9%	6,3%
5,5	Tecnología local	17,8%	5,1%
TOTAL		100%	

Tabla 25. Matriz de evaluación de proyectos (factores y parámetros) – Definitiva (Elaboración propia).

El resultado de evaluar nuevamente los proyectos bajo la matriz de evaluación propuesta en este estudio (Tabla 25) es una disminución del puntaje inicial obtenido para ambos casos, el Caso 1. (Fonseca) obtiene 30.1 y el Caso 2. (Urumita) obtiene 13.5 sobre 100.

Bajo el modelo actual de evaluación de proyectos utilizado por el gobierno de Colombia, se tiene que para el caso 1. el proyecto debe cumplir como mínimo con unas etapas y actividades exigidas por el IPSE, en la etapa previa a la contratación del proyecto los lineamientos a incluir son (IPSE, 2017):

- 1) Suscripción del Encargo Fiduciario.
- 2) Incorporación de los recursos al presupuesto de la entidad.
- 3) Revisión y aceptación de diseños y presupuesto.
- 4) Realización de socialización y verificación de los siguientes aspectos:
 - i. Localización prevista del proyecto en campo.
 - ii. Realizar las consultas previas, en caso de ser necesarias.
 - iii. Establecer los responsables de la financiación y ejecución de las redes internas de los usuarios beneficiarios.
 - iv. Existencia de las servidumbres y/o permisos de paso necesarias.

- v. Existencia del responsable de la administración operación y mantenimiento de las soluciones energéticas a ser implementadas.
 - vi. Licencias o permisos ambientales necesarios, según corresponda.
 - vii. Que las obras objeto de ejecución no se encuentren ubicadas en zonas de alto riesgo.
- 5) Elaboración de pliegos de contratación.

Del conjunto de requisitos mencionados para el caso 1. se destaca que el numeral 4 está enfocado en los factores particulares del lugar; profundizando en este numeral se encuentra que no existen criterios de medición puntuales para el cumplimiento de cada uno de los ítems, basta con cumplir el requisito. Particularmente para el proyecto de Fonseca el numeral 4)ii. se traslada a la etapa de ejecución, lo cual no es apropiado en términos de concebir y desarrollar un proyecto sin contar con la consulta previa, ya que existe el riesgo que la comunidad no concerté frente al respecto; esta situación se ve reflejada al evaluar el proyecto con modelo propuesto en el presente estudio, donde se identifica plenamente que el proyecto tiene falencias en su alcance para cumplir las expectativas de valor Operativo, Financiero y estratégico con su ejecución.

Para el proyecto ejecutado en el municipio de Urumita, se tiene que los requisitos exigidos por parte del gobierno nacional son los siguientes (Alcaldía Municipal de Urumita, 2019):

- 1) Capacidad Jurídica del proponente
- 2) Capacidad Financiera mínima del proponente
- 3) Revisión y aceptación de diseños y presupuesto.
- 4) Criterios técnicos
 - i. Visita de obra (no obligatoria).
 - ii. Información de contratos vigentes y cálculo de la capacidad residual de contratación.
 - iii. Experiencia del proponente.

El conjunto de requisitos para el proyecto de Urumita no tiene en cuenta los elementos asociados a los factores particulares del lugar, lo cual se evidencia al revisar el detalle de la información disponible, sin embargo, el proyecto fue aprobado y ejecutado. El modelo de evaluación de proyectos utilizado en el caso 2. deja muchos puntos sin especificar, diferente al resultado con modelo planteado en el presente estudio donde se logra identificar que el proyecto tiene falencias en todos los factores de la estructura de valor: Valor al usuario, social, operativo, financiero para el gobierno, estratégico.

Finalmente se presenta un modelo generación de electricidad solar a pequeña escala para beneficio de comunidades aisladas en La Guajira, el cual genera valor para múltiples actores que relacionados con las FNCER ya que contempla gran cantidad de variables desarrolladas a lo largo del estudio:

- Solución a la problemática de las comunidades aisladas: Se tiene en cuenta el valor directo al usuario y la mejora de su calidad de vida, con el acceso a la energía se garantiza un incremento en el NBI de las poblaciones aisladas en el departamento de La Guajira. El modelo aplica tanto para comunidades étnicas y personas naturales.
- Solución a la problemática del departamento: El modelo contempla el incremento en el ICEE de La Guajira por medio de la evaluación directa del tiempo en que el usuario cuenta con suministro de energía eléctrica.
- Solución a la problemática del departamento: El modelo está pensado a pequeña escala, pero evalúa directamente los componentes de reproducibilidad de la solución para otras viviendas/comunidades en situaciones similares.
- Valor agregado al gobierno: El modelo tiene en cuenta los componentes históricos del desarrollo de las FNCR en Colombia y traslada directamente al caso las comunidades aisladas en el departamento de la Guajira, identificándolos y planteando mecanismos de solución.
- Valor estratégico: El modelo planteado busca que darles visibilidad a los proyectos en función del alcance y la capacidad de solucionar el problema real de las comunidades aisladas en el departamento de La Guajira.

Para aplicar el modelo y evaluar correctamente un proyecto de generación eléctrica solar a pequeña escala para beneficio de comunidades aisladas en La Guajira se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Previo a la creación del proyecto:
 - a. Análisis de las condiciones particulares del lugar y el contexto de la tecnología utilizando la matriz TIS (Tabla 5).
 - b. Revisión de las barreras encontradas en el presente estudio que impiden o retrasan la difusión de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira (Tabla 10)
 - c. Revisión de las posibles acciones para el fomento de la generación eléctrica solar a pequeña escala en La Guajira (Tabla 11)
 - d. Revisar la información disponible en las bases de datos del gobierno nacional sobre estudios previos.
2. Durante la preparación del proyecto:
 - a. Enfocarse en las barreras más relevantes (Tabla 16).
 - b. Enfocarse en las acciones más relevantes (Tabla 17).
 - c. Identificar la presencia o no grupos étnicos en el área (Figura 24).
 - d. Realizar las consultas previas, en caso de ser necesarias (Figura 25).
3. Posterior a terminar el borrador del proyecto:
 - a. Evaluar el proyecto bajo los criterios de la Matriz de evaluación de proyectos de generación eléctrica solar a pequeña escala Tabla 25 y apoyarse en la descripción de las métricas en la sección D de los ANEXOS.
 - b. Realizar cuadro resumen con los resultados de las alternativas evaluadas, por ejemplo, véase la Tabla 24 .
 - c. Seleccionar proyecto con mayor puntaje.

Una vez se identifique el puntaje (valor) de la solución(es) planteada se debe analizar la calificación para cada uno de los 5 factores, durante la revisión se pueden detectar oportunidades en ciertos parámetros en función del impacto esperado del proyecto. El modelo desarrollado es una herramienta que permite detectar falencias en el alcance y/o planteamiento de un proyecto generación eléctrica solar en beneficio de las comunidades aisladas del departamento de La Guajira.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio complementa los trabajos que se han desarrollado en el departamento de la Guajira para el fomento de las fuentes no convencionales de energía renovable. La aplicación de las metodologías de TIS y PCA fue satisfactoria para analizar e identificar las barreras y acciones más relevantes, la integración con las metodologías AHP y VMM permitió plantear un modelo de generación de valor. En esta sección se presentan las conclusiones de este trabajo, se resaltan algunas implicaciones metodológicas y de implementación, al igual que las restricciones encontradas junto con las recomendaciones para la implementación y evaluación de futuros proyectos.

Conclusiones de este estudio

Este estudio permitió identificar y analizar las barreras que impiden la difusión de los sistemas de generación eléctrica solar a pequeña escala en el departamento de la Guajira, las cuales ocasionan un detrimento de la calidad de vida de la población que vive en las ZNI. Las principales barreras de difusión que existen en el departamento son de tipo conocimiento, reflejado principalmente en el desinterés de la población local por aprovechar las bondades de las FNCER. Adicionalmente, a partir de la información suministrada por medio del Sistema de Innovación en Tecnología, se concluye que existe un conjunto de acciones que se han implementado durante los últimos 30 años en el departamento de La Guajira para fomentar la generación eléctrica solar a pequeña escala, el gobierno de Colombia ha sido el actor que en mayor medida ha propiciado el aprovechamiento de los recursos renovables de la región. Sin embargo, su intervención no ha sido suficiente.

El análisis de componentes principales permitió concluir que la afinidad de la población del departamento de la Guajira con las acciones que se han tomado es mayor hacia aquellas que buscan sensibilizar a las comunidades indígenas sobre las bondades de las FNCER, el desarrollo de campañas con conferencias y talleres de formación bajo el concepto de difusión tecnológica se identificó como una acción afín con los intereses de la comunidad local. A pesar de algunas iniciativas de este tipo, aún se hace necesario que los habitantes de La Guajira conozcan el potencial energético de la región para generación de electricidad a partir fuentes eólicas y solares.

La propuesta planteada en este estudio constituye un instrumento de análisis y toma de decisiones para soluciones energéticas a partir de la radiación solar. Los criterios de evaluación establecidos y sus respectivos parámetros de medición tienen en cuenta los múltiples aspectos asociados a la implementación de un proyecto de FNCER, incluyendo consideraciones sociales características de la región. El modelo planteado atiende las necesidades reales de la población directamente afectada por la falta de cobertura de energía eléctrica. Por medio del modelo de generación de valor concebido se pueden detectar falencias en el alcance de un proyecto previo a su ejecución, lo que permite hacer un uso eficiente de los recursos designados para el incremento del ICEE, repercutiendo

en mejores desarrollos para el incremento de la calidad de vida de las comunidades aisladas.

El modelo de generación de valor desarrollado permite verificar y cuantificar en relación con las metas establecidas, el alcance de las acciones programadas previo a que se presenten distorsiones o incumplimientos para proponer medidas preventivas. Esto gracias a los parámetros de evaluación que tienen en cuenta las dificultades, obstáculos y oportunidades para la implementación de las acciones, ayudando al diseño de una estrategia.

Implicaciones metodológicas

- La definición de la estructura de jerárquica para el AHP es clave para la objetividad y replicabilidad del estudio. Muchos estudios no tienen un rigor metodológico para la selección de parámetros de evaluación previo a su ponderación con expertos, por lo que se recomienda utilizar como base para el AHP la estructura de agentes propuestas por el TIS o la estructura de valor del VMM.
- El EHA mostro su validez como complemento del TIS para captura de información. Es necesario contar con una herramienta capaz de orientar la búsqueda de información cronológicamente por tratarse de un tema sujeto al ámbito legislativo e institucional.
- En proyectos con beneficio social el componente de costo pasa a un segundo plano en la metodología VMM, aunque se puede incluir dentro del análisis se recomienda solo hacerlo como un factor diferenciador entre dos alternativas con el mismo alcance y valor similar.
- Aplicar una encuesta tipo escala de Likert en poblaciones con bajo nivel de escolaridad representa un desafío para su correcto diligenciamiento, el tener 5 opciones de respuesta para una misma pregunta confunde a algunos lectores; sin embargo, se insiste en utilizar este tipo de encuesta sobre las de tipo afirmativo y negativo ya que la primera permite medir la reacción del encuestado.
- La metodología de medición del valor presenta restricciones a la hora de comparar sus resultados con los de otros métodos de evaluación de proyectos ya que tiene una orientación hacia el sector privado, cuando se trata de proyectos impulsados por actores, entidades o instituciones no privadas se debe entender el detalle de los mecanismos de aprobación de iniciativas que actualmente se estén usando en dicho lugar.

Consideraciones institucionales.

- El Gobierno de Colombia debe centralizar en un único actor los procesos de evaluación y asignación de recursos a proyectos de FNCER, la falta de experiencia y trayectoria de múltiples entidades del estado da lugar a desviaciones en el

alcance de un proyecto, o peor aún a mal uso de los recursos económicos de la nación.

- Se recomienda adoptar un Plan Nacional de Electrificación Rural apalancado en la investigación y desarrollo; el siguiente paso de la difusión tecnológica es la adopción de la tecnología, lo que conlleva además de tener una cultura en aprovechamiento de FNCER, a desarrollar tecnología localmente. El PNER 2017-2031 cubre electrificar las zonas rurales por medio de importación de equipos y ampliación de las redes existentes.

Restricciones

- La disponibilidad de información documentada en Colombia frente a FNCER está centralizada en el gobierno nacional, por lo que la literatura disponible en su mayoría cuenta únicamente con la visión de las entidades gubernamentales.
- El resultado del análisis de barreras y acciones es una fotografía de la fecha en la que se realizó el estudio, las FNCER como tal y las relaciones de los actores que intervienen pueden cambiar en el tiempo.
- Se requiere la participación de expertos para el desarrollo de ciertos apartes del estudio, por lo que se puede dificultar su consecución y ayuda dentro de la investigación (se agradece todo su apoyo).
- En el método de AHP la calidad del resultado depende del nivel de conocimiento de los expertos sobre el tema y el manejo de la herramienta, por lo que es fundamental instruir al grupo evaluador previo a la ponderación de los parámetros y factores, además de determinar su conocimiento del tema; esta tarea requiere énfasis y tiempo.

Recomendaciones para la implementación y evaluación de proyectos de suministro de energía eléctrica

Se identificaron cinco aspectos cruciales para la implementación y evaluación de proyectos de generación eléctrica en el contexto de La Guajira. Es necesario:

- Desarrollar las cinco etapas de la consulta previa utilizando los parámetros de evaluación establecidos en este estudio como base de concertación para un proyecto que impacte a una comunidad indígena.
- Aplicar el modelo generado en el presente estudio como criterio de selección de la alternativa que mejor representa la solución de una problemática de generación eléctrica a pequeña escala en La Guajira.
- Utilizar una metodología integral para la búsqueda, análisis, consolidación y ponderación de información relacionada con la FNCER, esto permite abordar la problemática desde diferentes ámbitos y evitar sesgar el resultado con el juicio del autor.

- Aprovechar la estructura de valor desarrollada en el presente estudio para evaluar proyectos de FNCER de tecnología diferente a generación eléctrica solar a pequeña escala, aunque el resultado como tal no debe ser considerado una variable para la toma de decisiones si puede ser utilizado para detectar oportunidades en el alcance del proyecto.
- Revisar los criterios de medición de los parámetros de la estructura de valor, ajustarlo con base a los requerimientos otras tecnologías de FNCER diferentes a solar, siempre teniendo en cuenta que la tecnología difundir y las necesidades particulares del lugar donde se quiere implementar.

Finalmente el modelo de generación de valor planteado resuelve la pregunta de investigación ¿Cuál sería un modelo de generación de valor que evalúe las alternativas de implementación de tecnologías de generación eléctrica a pequeña escala a partir de energía solar para beneficio de comunidades aisladas en la Guajira?. La herramienta de evaluación de proyectos desarrollada permite cuantificar el impacto real de un proyecto frente a las necesidades reales de una población; la matriz de evaluación es una herramienta útil la hora de calcular el puntaje de una iniciativa de generación eléctrica solar bajo componentes diferentes los financieros previos a la ejecución de la misma, lo cual contribuye a alcanzar la política energética nacional para comunidades aisladas del departamento de la Guajira.

8. ANEXOS

A – Formatos de Encuesta

ENCUESTA PARA EVALUAR LA DIFUSIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA GUAJIRA					FECHA:
<p>La siguiente encuesta hace parte de un estudio para el proyecto de grado Maestría Saul Piñeres, estudiante de Maestría en Gerencia de Ingeniería en la Universidad de la Sabana. La encuesta es con fines académicos y busca incluir la opinión de expertos y/o investigadores en el sector de energías renovables en Colombia dentro del análisis para determinar las barreras que no han permitido la difusión de la Energía Solar a pequeña escala en la Guajira, e igualmente calificar una serie de acciones que pueden fomentar la adopción de la misma. Agradecemos su participación en la encuesta, no tardará más de cinco minutos en completarla. Le recordamos que este estudio es confidencial. La información recogida no será analizada de forma individual sino de forma agregada, con fines puramente estadísticos.</p>					
NOMBRE DEL ENCUESTADO:	EMPRESA /INSTITUCIÓN/ENTIDAD:	CARGO:	CIUDAD:	CORREO ELECTRONICO:	
<p>Clasifique su opinión sobre las respuestas a la siguiente pregunta usando el criterio mencionado</p> <p>¿Que acciones pueden favorecer la difusión de la Energía Solar a pequeña escala en el departamento de la Guajira?</p>					<p>1 = TOTAL DESACUERDO 2 = DESACUERDO 3 = NI DE ACUERDO, NI EN DESACUERDO 4 = DE ACUERDO 5 = TOTALMENTE DE ACUERDO</p>
1. Acción 1.					1
2. Acción 2.					2
3. Acción 3.					3
4.					4
5.					5
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
<p>Desea realizar algún comentario adicional:</p>					

Figura 21. Formato de encuesta a utilizarse para evaluar las barreras y acciones.

ENCUESTA PARA EVALUAR LA DIFUSIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA GUAJIRA					FECHA:
<p>La siguiente encuesta hace parte de un estudio para el proyecto de grado Maestría Saul Piñeres, estudiante de Maestría en Gerencia de Ingeniería en la Universidad de la Sabana. La encuesta es con fines académicos y busca incluir la opinión de expertos y/o investigadores en el sector de energías renovables en Colombia dentro del análisis para determinar las barreras que no han permitido la difusión de la Energía Solar a pequeña escala en la Guajira, e igualmente calificar una serie de acciones que pueden fomentar la adopción de la misma. Agradecemos su participación en la encuesta, no tardará más de cinco minutos en completarla. Le recordamos que este estudio es confidencial. La información recogida no será analizada de forma individual sino de forma agregada, con fines puramente estadísticos.</p>					
NOMBRE DEL ENCUESTADO:	EMPRESA /INSTITUCIÓN/ENTIDAD:	CARGO:	CIUDAD:	CORREO ELECTRONICO:	
<p>Clasifique su opinión sobre las respuestas a la siguiente pregunta usando el criterio mencionado</p> <p>¿Que barreras/factores han impedido la difusión de la Energía Solar a pequeña escala en el departamento de la Guajira?</p>					<p>1 = TOTAL DESACUERDO 2 = DESACUERDO 3 = NI DE ACUERDO, NI EN DESACUERDO 4 = DE ACUERDO 5 = TOTALMENTE DE ACUERDO</p>
1. El desconocimiento de la población local de mecanismos de financiación para proyectos que fomentan el uso de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.					1
2. La ausencia de mano obra calificada para el montaje y mantenimiento de equipos de Energía Solar en el departamento de La Guajira.					2
3. La corrupción de los funcionarios públicos en el departamento de La Guajira.					3
4. La falta de conciencia ambiental frente al fenómeno del calentamiento global por parte de la población del departamento La Guajira.					4
5. Los costos de implementación de las fuentes de energía solar a pequeña escala comparado con los costos de combustibles fósiles en Colombia.					5
6. El desconocimiento de los líderes sociales del departamento de La Guajira sobre el potencial energético de la región a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.					
7. La falta de documentación técnica de referencia, guías y estándares de diseño para el aprovechamiento de la Energía Solar a pequeña escala.					
8. El pueblo Wayuu percibe la generación de electricidad por fuentes de energía renovables como dañina y negativa para la comunidad.					
9. La centralización del conocimiento sobre generación de energía eléctrica a partir de energía solar en empresas privadas y actores del gobierno Colombiano.					
10. La dependencia económica que tiene el departamento de La Guajira de la explotación de recursos fósiles para su desarrollo.					
11. La falta de métricas e indicadores para evaluar las necesidades particulares de la población del departamento de La Guajira.					
12. La escasez de recursos del Gobierno de Colombia para ampliar la cobertura de energía eléctrica (Sistema Interconectado Nacional).					
13. La presencia de grupos armados ilegales en el departamento de La Guajira.					
14. La limitada participación de la comunidad académica con relación a la problemáticas de la población del departamento de La Guajira.					
15. La insuficiencia de programas educativos a nivel departamental que fomenten el conocimiento e interés por las Fuentes de Energías Renovables.					
16. Existe mayor interés del Gobierno de Colombia en potencializar la innovación y desarrollo en Energía eólica que en Energía Solar.					
17. La falta de comprensión de los intereses del pueblo wayuu por desconocimiento histórico y antropológico.					
18. Baja proporción de profesionales Wayuu con formación en educación superior.					
19. La ausencia de instituciones gubernamentales en el departamento de La Guajira que fomenten el interés por las Fuentes de Energía Renovables					
20. La cantidad de actores que intervienen durante la ejecución de un proyecto de Energía Renovable, dificultando la comunicación del beneficiario con los responsables.					
<p>Desea realizar algún comentario adicional:</p>					

Figura 22. Encuesta utilizada para evaluar la difusión de la energía solar en la guajira parte 1. Barreras

ENCUESTA PARA EVALUAR LA DIFUSIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA GUAJIRA					FECHA:
<p>La siguiente encuesta hace parte de un estudio para el proyecto de grado Maestría Saul Piñeres, estudiante de Maestría en Gerencia de Ingeniería en la Universidad de la Sabana. La encuesta es con fines académicos y busca incluir la opinión de expertos y/o investigadores en el sector de energías renovables en Colombia dentro del análisis para determinar las barreras que no han permitido la difusión de la Energía Solar a pequeña escala en la Guajira, e igualmente calificar una serie de acciones que pueden fomentar la adopción de la misma. Agradecemos su participación en la encuesta, no tardará más de cinco minutos en completarla. Le recordamos que este estudio es confidencial. La información recogida no será analizada de forma individual sino de forma agregada, con fines puramente estadísticos.</p>					
NOMBRE DEL ENCUESTADO:	EMPRESA /INSTITUCIÓN/ENTIDAD:	CARGO:	CIUDAD:	CORREO ELECTRONICO:	
<p>Clasifique su opinión sobre las respuestas a la siguiente pregunta usando el criterio mencionado</p> <p>¿Que acciones pueden favorecer la difusión de la Energía Solar a pequeña escala en el departamento de la Guajira?</p>					<p>1 = TOTAL DESACUERDO 2 = DESACUERDO 3 = NI DE ACUERDO, NI EN DESACUERDO 4 = DE ACUERDO 5 = TOTALMENTE DE ACUERDO</p>
1. Generar canales de comunicación entre la población del departamento de la Guajira y las entidades encargadas de asignar los recursos para proyectos que aprovechen la Energía Solar					1
2. Desarrollar fabricantes de equipos solares de pequeña escala en Colombia.					2
3. Incrementar fondos para expansión de Sistema Interconectado Nacional por parte del Gobierno de Colombia.					3
4. Promover la conciencia ambiental en el departamento de la Guajira por medio de la difusión de información sobre los beneficios de la Energía Renovable.					4
5. Llevar a cabo conferencias y talleres dictados por expertos en Energía Renovable sobre los beneficios de la generación de electricidad por medio de Energía Solar.					5
6. Incorporar sobre costos tarifarios a la población en general por consumir energía eléctrica generada utilizando combustibles fósiles.					
7. Crear un mapa geográfico con la infraestructura de equipos disponibles para generación de energía eléctrica por fuente solar en el departamento de La Guajira.					
8. Hacer de conocimiento público el manejo de los recursos económicos durante la ejecución un proyecto de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.					
9. Facilitar el acceso de la población a beneficios estatales por impulsar iniciativas de energía por medio de Fuentes No Convencionales.					
10. Capacitar a los miembros de entidades públicas del departamento de La Guajira en el aprovechamiento de la Energía Solar a pequeña escala.					
11. Definir una entidad estatal para sea responsable de todas las iniciativas de generación de energía eléctrica por medio de Energía Solar en Zonas No Interconectadas.					
12. Formar líderes de la etnia Wayuu en conocimiento sobre las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.					
13. Generar un nivel nacional estándares e lineamientos para el montaje, mantenimiento y operación de equipos que funcionen con Energía Solar.					
14. Incentivar a las empresas privadas del departamento de la Guajira a generar impacto social haciendo uso de la energía solar.					
15. Premiar y reconocer a los proyectos mas innovadores de Colombia en lo que refiere al aprovechamiento de la Energía Solar a pequeña escala.					
16. Someter a evaluación los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable bajo los parámetros de impacto social y priorizar su implementación en función de la misma					
17. Calcular el beneficio social de un proyecto de energía solar antes de su implementación por medio de modelos financieros.					
18. Establecer una hoja de ruta que consolide el plan de trabajo de las entidades estatales enfocadas en ampliar la cobertura de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas.					
19. Generar sanciones penales a quienes atenten o retrasen el desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (Corruptos, grupos armados, contrabandistas, etc.)					
20. Recopilar información sobre la Energía Solar y generar una base de datos pública con el apoyo de actores públicos y privados.					
<p>Desea realizar algún comentario adicional:</p>					

Figura 23. Encuesta utilizada para evaluar la difusión de la energía solar en la guajira parte 2. Acciones

B – Conjunto de Barreras y Acciones

BARRERAS

- B1. El desconocimiento de la población local de mecanismos de financiación para proyectos que fomentan el uso de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.
- B2. La ausencia de mano obra calificada para el montaje y mantenimiento de equipos de Energía Solar en el departamento de La Guajira.
- B3. La corrupción de los funcionarios públicos en el departamento de La Guajira.
- B4. La falta de conciencia ambiental frente al fenómeno del calentamiento global por parte de la población del departamento La Guajira.
- B5. Los costos de implementación de las fuentes de energía solar a pequeña escala comparado con los costos de combustibles fósiles en Colombia.
- B6. El desconocimiento de los líderes sociales del departamento de La Guajira sobre el potencial energético de la región a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.
- B7. La ausencia de documentación técnica de referencia, guías y estándares de diseño para el aprovechamiento de la Energía Solar a pequeña escala.
- B8. El pueblo Wayuu percibe la generación de electricidad por fuentes de energía renovables como dañina y negativa para la comunidad.
- B9. La centralización del conocimiento sobre generación de energía eléctrica a partir de energía solar en empresas privadas y actores del gobierno colombiano.
- B10. La dependencia económica que tiene el departamento de La Guajira de la explotación de recursos fósiles para su desarrollo.
- B11. La falta de métricas e indicadores para evaluar las necesidades particulares de la población del departamento de La Guajira.
- B12. La escasez de recursos del Gobierno de Colombia para ampliar la cobertura de energía eléctrica (Sistema Interconectado Nacional).
- B13. La presencia de grupos armados ilegales en el departamento de La Guajira.
- B14. La limitada participación de la comunidad académica con relación a la problemática de la población del departamento de La Guajira.
- B15. La insuficiencia de programas educativos a nivel departamental que fomenten el conocimiento e interés por las Fuentes de Energías Renovables.
- B16. Existe mayor interés del Gobierno de Colombia en potencializar la innovación y desarrollo en Energía eólica que en Energía Solar.
- B17. La falta de comprensión de los intereses del pueblo wayuu por desconocimiento histórico y antropológico.
- B18. Baja proporción de profesionales Wayuu con formación en educación superior.
- B19. La ausencia de instituciones gubernamentales en el departamento de La Guajira que fomenten el interés por las Fuentes de Energía Renovables
- B20. La cantidad de actores que intervienen durante la ejecución de un proyecto de Energía Renovable, dificultando la comunicación del beneficiario con los responsables.

ACCIONES

- A1. Generar canales de comunicación entre la población del departamento de La Guajira y las entidades encargadas de asignar los recursos para proyectos que aprovechen la Energía Solar
- A2. Desarrollar fabricantes de equipos solares de pequeña escala en Colombia.
- A3. Incrementar fondos para expansión de Sistema Interconectado Nacional por parte del Gobierno de Colombia.
- A4. Promover la conciencia ambiental en el departamento de la Guajira por medio de la difusión de información sobre los beneficios de la Energía Renovable.
- A5. Llevar a cabo conferencias y talleres dictados por expertos en Energía Renovable sobre los beneficios de la generación de electricidad por medio de Energía Solar.
- A6. Incorporar sobre costos tarifarios a la población en general por consumir energía eléctrica generada utilizando combustibles fósiles.
- A7. Crear un mapa geográfico con la infraestructura de equipos disponibles para generación de energía eléctrica por fuente solar en el departamento de La Guajira.
- A8. Hacer de conocimiento público el manejo de los recursos económicos durante la ejecución un proyecto de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.

- A9. Facilitar el acceso de la población a beneficios estatales por impulsar iniciativas de energía por medio de Fuentes No Convencionales.
- A10. Capacitar a los miembros de entidades públicas del departamento de La Guajira en el aprovechamiento de la Energía Solar a pequeña escala.
- A11. Definir una entidad estatal para sea responsable de todas las iniciativas de generación de energía eléctrica por medio de Energía Solar en Zonas No Interconectadas.
- A12. Formar líderes de la etnia Wayuu en conocimiento sobre las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.
- A13. Generar a nivel nacional estándares y lineamientos para el montaje, mantenimiento y operación de equipos que funcionen con Energía Solar.
- A14. Incentivar a las empresas privadas del departamento de La Guajira a generar impacto social haciendo uso de la energía solar.
- A15. Premiar y reconocer a los proyectos más innovadores de Colombia en lo que refiere al aprovechamiento de la Energía Solar a pequeña escala.
- A16. Someter a evaluación los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable bajo los parámetros de impacto social y priorizar su implementación en función de esta
- A17. Calcular el beneficio social de un proyecto de energía solar antes de su implementación por medio de modelos financieros.
- A18. Establecer una hoja de ruta que consolide el plan de trabajo de las entidades estatales enfocadas en ampliar la cobertura de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas.
- A19. Generar sanciones penales a quienes atenten o retrasen el desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (Corruptos, grupos armados, contrabandistas, etc.)
- A20. Recopilar información sobre la Energía Solar y generar una base de datos publica con el apoyo de actores públicos y privados.

C – Memoria de cálculos para el PCA.

Componente	Eigenvalores iniciales		
	Total	% de Varianza	Acumulado %
1	2.692	26.924	26.924
2	2.310	23.103	50.027
3	1.115	11.147	61.174
4	1.016	10.158	71.332
5	.742	7.425	78.757
6	.699	6.991	85.748
7	.560	5.597	91.345
8	.365	3.646	94.990
9	.298	2.984	97.974
10	.203	2.026	100.000

Tabla 26 Resultados de SPSS al aplicar PCA al conjunto de datos de 10 variables de barreras de difusión (Elaboración propia)

	A2	A3	A5	A7	A12	A13	A14	A16	A18	A20
Anti-image										
Correlation										
A2	.269*	-.149	.217	.000	-.015	-.116	.042	.006	.027	-.219
A3	.149	.811*	.163	.158	.047	-.122	.045	.038	-.168	.048
A5	.217	.163	.773*	-.071	-.045	-.130	-.378	.221	-.103	-.326
A7	.000	.158	-.071	.638*	.129	.060	.079	-.375	-.069	.101
A12	-.015	.047	-.045	.129	.830*	.035	-.387	-.035	-.197	-.255
A13	-.116	-.122	-.130	.060	.035	.625*	.092	.084	-.358	.041
A14	.042	.045	-.378	.079	-.387	.092	.802*	-.138	.140	-.258
A16	.006	.038	.221	-.375	-.035	.084	-.138	.497*	-.024	-.021
A18	.027	-.168	-.103	-.069	-.197	-.358	.140	-.024	.567*	.113
A20	-.219	.048	-.326	.101	-.255	.041	-.258	-.021	.113	.835*

Tabla 27. Resultados de SPSS al calcular la matriz de anti-correlación a 10 variables de acciones de difusión (Elaboración propia)

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.318	33.183	33.183
2	1.687	16.866	50.049
3	1.160	11.597	61.646
4	1.065	10.652	72.299
5	.770	7.700	79.999
6	.565	5.653	85.652
7	.548	5.483	91.135
8	.373	3.733	94.868
9	.284	2.839	97.707
10	.229	2.293	100.000

Tabla 28 Resultados de SPSS al aplicar PCA a 10 variables de acciones de difusión (Elaboración propia)

	Component			
	1	2	3	4
A14	.881			
A20	.842			
A5	.841			
A12	.835			
A3		.390		
A18		.850		
A13		.803		
A16			.818	
A7			.804	
A2				.968

Tabla 29 Resultados de SPSS de la composición de los componentes principales para 10 variables de acciones de difusión (Elaboración propia)

D – Panel de Expertos

Alfredo Rafael Deluque Zuleta

- Representante a la cámara de representantes 2014 – 2018 / 2018 - 2022
- Especialista en Administración de programa de desarrollo social
- Estudios en Gerencia de recursos humanos
- Universidad Externado de Colombia. Protección al Usuario de Servicios de Telecomunicaciones. 2000.
- Diplomado Gerencia Financiera Básica. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 2002.
- Universidad de los Andes, Programa de Alto Gobierno 2012.
- Programa de Alto gobierno Promoción 2012- Universidad de los Andes
- Curso Integral de Defensa Nacional- Escuela Superior de Guerra, Fuerzas Militares de Colombia. Noviembre 2016.

Alberto Celedon Molinares

- Profesor asistente Universidad de La Guajira
- Especialista en Administración de programa de desarrollo social
- Estudios en Gerencia de recursos humanos

Oscar Uriana Solano

- Cabildo Gobernador del Resguardo indígena de Mayabangloma
- Representante legal del Resguardo indígena de Mayabangloma
- Inspector de Policía
- Presidente de la Junta de acción comunal
- Representante de las comunidades Wayuu del sur del departamento de la Guajira
- Miembro del consejo territorial de planeación departamental de la Guajira

Nazly Martínez Fajardo

- Desarrolladora de Proyectos de la Empresa SOWITEC COLOMBIA S.A.S
- Administradora Empresas Turísticas en cooperativa Multiactiva Mujeres Rurales

E – Memoria de cálculos para el AHP.

Factor	Valor al Usuario Directo	Valor Social	Valor Operativo para el Gobierno	Valor Financiero para el Gobierno	Valor Estratégico o Político (Innovación)
Valor al Usuario Directo	1,00	2,00	2,00	2,00	0,33
Valor Social	0,50	1,00	2,00	3,00	2,00
Valor Operativo para el Gobierno	0,50	0,33	1,00	0,33	0,50
Valor Financiero para el Gobierno	0,50	0,33	3,00	1,00	0,33
Valor Estratégico o Político (Innovación)	3,00	0,50	2,00	3,00	1,00
	5,50	4,17	10,00	9,33	4,17

Factores Normalizados	Valor al Usuario Directo	Valor Social	Valor Operativo para el Gobierno	Valor Financiero para el Gobierno	Valor Estratégico o Político (Innovación)	Ponderación
Valor al Usuario Directo	0,18	0,48	0,20	0,21	0,08	23,1%
Valor Social	0,09	0,24	0,20	0,32	0,48	26,6%
Valor Operativo para el Gobierno	0,09	0,08	0,10	0,04	0,12	8,5%
Valor Financiero para el Gobierno	0,09	0,08	0,30	0,11	0,08	13,2%
Valor Estratégico o Político (Innovación)	0,55	0,12	0,20	0,32	0,24	28,5%
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Valor al Usuario Directo	Funcionalidad de la solución	Conocimiento de la solución	Facilidad de uso de la solución	Integración de la solución con sistemas existentes
Funcionalidad de la solución	1,00	1,00	2,00	2,00
Conocimiento de la solución	1,00	1,00	2,00	2,00
Facilidad de uso de la solución	0,50	0,50	1,00	1,00
Integración de la solución con sistemas existentes	0,50	0,50	1,00	1,00
	3,00	3,00	6,00	6,00

Parametros Normalizados	Funcionalidad de la solución	Conocimiento de la solución	Facilidad de uso de la solución	Integración de la solución con sistemas existentes	Ponderación
Funcionalidad de la solución	0,333	0,333	0,333	0,333	33%
Conocimiento de la solución	0,333	0,333	0,333	0,333	33%
Facilidad de uso de la solución	0,167	0,167	0,167	0,167	17%
Integración de la solución con sistemas existentes	0,167	0,167	0,167	0,167	17%
	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Valor Social	Reproducibilidad de la solución	Disponibilidad de información documentada	Involucramiento del usuario	Participación de la academia	Replicación de los mecanismos de
Reproducibilidad de la solución	1,00	0,25	1,00	3,00	0,25
Disponibilidad de información documentada	4,00	1,00	0,25	3,00	2,00
Involucramiento del usuario	1,00	4,00	1,00	1,00	3,00
Participación de la academia	0,33	0,33	1,00	1,00	0,25
Replicación de los mecanismos de financiación	4,00	0,50	0,33	4,00	1,00
	10,33	6,08	3,58	12,00	6,50

Parametros Normalizados	Reproducibilidad de la solución	Disponibilidad de información documentada	Involucramiento del usuario	Participación de la academia	Replicación de los mecanismos de	Ponderación
Reproducibilidad de la solución	0,097	0,041	0,279	0,250	0,038	14%
Disponibilidad de información documentada	0,387	0,164	0,070	0,250	0,308	24%
Involucramiento del usuario	0,097	0,658	0,279	0,083	0,462	32%
Participación de la academia	0,032	0,055	0,279	0,083	0,038	10%
Replicación de los mecanismos de financiación	0,387	0,082	0,093	0,333	0,154	21%
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Valor Operativo para el Gobierno	Medidor de desempeño	Disponibilidad de la tecnología	Seguridad	Telemetría	Escalabilidad	Solución transversal para
Medidor de desempeño	1,00	4,00	3,00	5,00	0,33	1,00
Disponibilidad de la tecnología	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00
Seguridad	0,33	4,00	1,00	0,17	9,00	0,33
Telemetría	0,20	1,00	6,00	1,00	3,00	1,00
Escalabilidad	3,00	4,00	0,11	0,33	1,00	3,00
Solución transversal para múltiples actores	1,00	1,00	3,00	1,00	0,33	1,00
	5,78	15,00	13,36	8,50	13,92	7,33

Parametros Normalizados	Medidor de desempeño	Disponibilidad de la tecnología	Seguridad	Telemetría	Escalabilidad	Solución transversal para	Ponderación
Medidor de desempeño	0,173	0,267	0,225	0,588	0,024	0,136	24%
Disponibilidad de la tecnología	0,043	0,067	0,019	0,118	0,018	0,136	7%
Seguridad	0,058	0,267	0,075	0,020	0,647	0,045	19%
Telemetría	0,035	0,067	0,449	0,118	0,216	0,136	17%
Escalabilidad	0,519	0,267	0,008	0,039	0,072	0,409	22%
Solución transversal para múltiples actores	0,173	0,067	0,225	0,118	0,024	0,136	12%
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Valor Financiero para el Gobierno	Nivel de inversión	Costo de mantenimiento	Capital externo
Nivel de inversión	1,00	5,00	0,33
Costo de mantenimiento	0,20	1,00	7,00
Capital externo	3,00	0,14	1,00
	4,20	6,14	8,33

Parametros Normalizados	Nivel de inversión	Costo de mantenimiento	Capital externo	Ponderación
Nivel de inversión	0,24	0,81	0,04	36%
Costo de mantenimiento	0,05	0,16	0,84	35%
Capital externo	0,71	0,02	0,12	29%
	1,00	1,00	1,00	100%

Valor Estratégico o Político (Innovación)	Impacto social	Transparencia	Plego de condiciones	Cambio cultural	Tecnología local
Impacto social	1,00	2,00	4,00	3,00	0,25
Transparencia	0,50	1,00	6,00	0,33	2,00
Plego de condiciones	0,25	0,17	1,00	0,50	6,00
Cambio cultural	0,33	3,00	2,00	1,00	3,00
Tecnología local	4,00	0,50	0,17	0,33	1,00
	6,08	6,67	13,17	5,17	12,25

Parametros Normalizados	Impacto social	Transparencia	Plego de condiciones	Cambio cultural	Tecnología local	Ponderación
Impacto social	0,164	0,300	0,304	0,581	0,020	27%
Transparencia	0,082	0,150	0,456	0,065	0,163	18%
Plego de condiciones	0,041	0,025	0,076	0,097	0,490	15%
Cambio cultural	0,055	0,450	0,152	0,194	0,245	22%
Tecnología local	0,658	0,075	0,013	0,065	0,082	18%
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

F – Factores y parámetros de la estructura de valor

Valor al usuario directo.

ID	Valor al Usuario Directo	Descripción	Escala normalizada											
			0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1.1	Funcionalidad de la solución	El sistema diseñado para la generación de energía eléctrica a partir de energía solar cumple su función												
1.1.1		El sistema cubre la demanda de carga	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1.1.2		El sistema garantiza suministro de energía eléctrica las 24 horas los 7 días de la semana (24/7)	No		<5/5	<8/5		<12/7	<14/7		<18/7		<24/7	
1.2.3		El sistema permite energizar múltiples equipos al tiempo	No		1			2-3			3-4		5+	
1.2	Conocimiento de la solución	El usuario o grupo de usuarios conocen como funciona y se opera el sistema												
1.2.1		El usuario sabe operar el equipo (diseñar evaluación)	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1.2.2		El usuario sabe hacer mantenimiento al equipo/sistema	No		Limpieza			correctivo			preventivo		predictivo	
1.3	Facilidad de uso de la solución	Los recursos para generación de energía eléctrica a partir de energía solar son fáciles de operar.												
1.3.1		Los equipos tienen múltiples idiomas de operación	No		Ingles			Ingles / Español			Dialecto local		Dialecto local + Nulo	
1.3.2		El nivel de esfuerzo requerido para operar el equipo es	Muy Alto		Alto			Medio			Bajo			
1.4	Integración de la solución con sistemas existentes	La solución desarrollada se acopla e integra a sistemas similares ya existentes para el usuario												
1.4.1		El nivel de esfuerzo necesario para que la solución se adapte/integre a otras tecnologías a partir de FNCER existentes es	No es adaptable		Mínimo			Medio			Bajo		N/A	
1.4.2		La solución está integrada con otros desarrollos de los que se beneficia el usuario actualmente	No					50%			80%		Si o N/A	

Valor al social

ID	Valor Social	Descripción	Escala normalizada												
			0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
2.1	Reproducibilidad de la solución	El sistema diseñado para la generación de energía eléctrica a partir de energía solar es replicable													
2.1.1		La complejidad para replicar el sistema en otras comunidades con condiciones similares (limitado acceso a energía eléctrica)	No		Alta		Media		Baja		Mínima				Nula
2.1.2		Cuanto es el incremento del costo frente a replicar el sistema en otro usuario bajo las mismas condiciones.	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%			0%
2.2	Disponibilidad de información documentada	Existe información documentada sobre el proceso llevado a cabo y el sistema desarrollado													
2.2.1		Existe documentación de libre acceso, detallada con la justificación y forma en la que se desarrolló el proyecto	No			Digital		Físico		Digital/Físico					Digital/ Físico/ Web
2.2.2		Se cuenta con manuales de operación y mantenimiento de los equipos	No					Digitales							Físicos
2.2.3		Los manuales de operación y mantenimiento de los equipos están adaptados al idioma local y son de fácil interpretación	No		Inglés		Inglés / Español				Si				Si, multilingüe
2.3	Involucramiento del usuario	Durante el proceso de desarrollo de la solución se involucró al (os) usuario(s)													
2.3.1		La participación de la comunidad para el desarrollo del proyecto fue	Nula		Baja			Solo los líderes			Población general				N/A
2.3.2		El usuario aportó su conocimiento y experiencia al desarrollo de la solución	No					Esporádica- mente				Constan- temente			N/A
2.4	Participación de la academia	Universidades/Colegios/Institutos se involucraron en el desarrollo de una solución para la problemática planteada													
2.4.1		Para el desarrollo del proyecto se contó con la participación de expertos académicos en generación de energía eléctrica a partir de	No		1			1-2							2 o mas
2.4.2		Para el desarrollo del proyecto se contó con la participación de instituciones académicas de la región	No									Si			N/A
2.5	Replicación de los mecanismos de financiación	El mecanismo o mecanismos de financiación empleados son extensibles a otros proyectos de características similares													
2.5.1		Los mecanismos de financiación utilizados permiten apalancar otros proyectos de generación de energía eléctrica a partir de energía a solar a pequeña escala en la región	No					Si con restricciones							Si

Valor Operativo para el gobierno

ID	Valor Operativo para el Gobierno	Descripción	Escala normalizada											
			0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
3.1	Medidor de desempeño	La solución cuenta con métricas y lineamientos para evaluar su impacto y desempeño												
3.1.1		Se diseñaron indicadores de desempeño para cuantificar el impacto social de la solución	No											Si
3.1.2		La solución cuenta con indicadores financieros para cuantificar el costo de implementación y de operación	No											Si
3.1.3		Existe una métrica para evaluar el nivel de mejora en la cobertura de energía del usuario.	No											Si
3.1.4		Se diseñaron indicadores de desempeño para cuantificar el rendimiento operativo de la solución	No											Si
3.2	Disponibilidad de la tecnología	La tecnología utilizada en la solución es comercial y de producción en masa												
3.2.1		Los equipos y componentes utilizados en la solución son asequibles y de fácil alcance para el público en general	No						Si, con restricciones					Si
3.2.2		Los equipos y componentes utilizados en la solución son de marcas con trayectoria en el mercado	No						Si, en Colombia			Si, en Latam		Si, a nivel mundial
3.2.3		Existe disponibilidad de repuestos para los equipos y componentes utilizados en la solución	No						Si, bajo pedido					Si, inmediato
3.3	Seguridad	Los componentes físicos y/o electrónicos del proyecto no representan un riesgo para el usuario												
3.3.1		Los equipos y elementos a utilizarse ya han sido probados bajo condiciones similares a las requeridas	No			Si < 1 año					Si < 2 año			Si > 3 año
3.3.2		En el diseño de la solución se cuenta con mecánicos de seguridad como paradas de emergencia, protecciones eléctricas y poka-yoke,	No											Si
3.3.3		La solución cumple con la Norma Técnica Colombiana para el manejo de energía eléctrica.	No											Si
3.4	Telemetría	Existe medición remota de la generación y consumo de energía eléctrica.												
3.4.1		La solución cuenta con equipos de monitoreo de fácil acceso e interpretación	No						Si, sin acceso al usuario					Si
3.4.2		La solución cuenta con mecanismos de almacenamiento de información y posterior envío hacia un operador.	No									Si		Si, en tiempo real
3.5	Escalabilidad	La solución/modelo implementado es apto para futuras expansiones												
3.5.1		La solución es integrable al sistema nacional interconectado de transmisión de energía eléctrica							No				Si, con restricciones	Si
3.5.2		El diseño del sistema tiene restricciones en caso de ser necesario una ampliación para brindar mayor capacidad de suministro de energía.	No						Si				No, admite expansión	
3.6	Solución transversal para múltiples actores	El proyecto atiende los requerimientos y/o necesidades de diferentes entidades del gobierno, ONG, academia o privados												
3.6.1		El desarrollo e implementación del proyecto exige el trabajo en conjunto de múltiples entidades del estado	No											Si
3.6.2		La solución cuenta con la participación de ONG, la comunidad académica y privados	No						ONG o Privado			2 de 3		Si

Valor Financiero para el gobierno

ID	Valor Financiero para el Gobierno	Descripción	Escala normalizada											
			0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
4.1	Nivel de inversión	La solución representa la alternativa de menor costo de inversión frente a otras tecnologías de FNCER												
4.1.1		Existe una comparativa en términos del costo de inversión del proyecto y el costo de implementación de otras alternativas de solución que aprovechan las FNCER	No						versus 1 alternativa		versus 2 alternativas		versus 3 alternativas	vs >3 alternativas
4.1.2		La solución propuesta representa la opción con menor costo inversión entre las FNCER	No											Si
4.2	Costo de mantenimiento	El proyecto evalúa los costos de operación y mantenimiento del servicio posterior a su implementación bajo un horizonte de tiempo												
4.2.1		El costo de operación y mantenimiento de la infraestructura tecnológica es calculado y contemplado dentro del presupuesto del proyecto	No						Si, con supuestos					Si
4.2.2		Existe una comparativa entre los costos de operación y mantenimiento del servicio de energía eléctrica por medio de FNCER y	No											Si
4.3	Capital externo	El proyecto se apalanca en capital económico diferente al del gobierno nacional												
4.3.1		La financiación económica del proyecto depende del gobierno nacional	100% Gobierno	>90% del Gobierno	>80% del Gobierno	>70% del Gobierno	>60% del Gobierno	>50% del Gobierno			<50% del Gobierno		otro fuente financiación	

Valor estratégico o político

ID	Valor Estratégico o Político (Innovación)	Descripción	Escala normalizada											
			0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
5.1	Impacto social	El proyecto impulsara el aprovechamiento de las FNCER en Colombia												
5.1.1		El impacto social del proyecto apalancara la consecución de recursos económicos para incrementar el Índice de Cobertura de Energía	0%		<0.05%				<1%		<3%		<5%	>5%
5.2	Transparencia	El proyecto se ha desarrollado bajo los estándares nacionales e internaciones en materia de transparencia												
5.2.1		El proyecto cuenta con sistemas de información electrónica y un link para acceso a la información publica	No											Si
5.2.2		El acceso a la información es ecuánime para usuarios y demás actores: entidades, y organizaciones públicas y privadas	No											Si
5.3	Cambio cultural	La solución reducirá el consumo de combustibles fósiles de los beneficiarios del proyecto												
5.3.1		El proyecto disminuirá el número de emisiones de gases de efecto invernadero (Kg CO2) emitido por los usuarios anualmente en un	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
5.4	Pliego de condiciones	El proyecto es esta correctamente enmarcado en un pliego de condiciones												
5.4.1		El pliego de condiciones abarca la totalidad del alcance del proyecto con el suficiente detalle técnico	No						50%				Si	N/A
5.5	Tecnología local	La solución hace uso o implica el desarrollo de tecnología local												
5.5.1		La solución hace uso de componentes tecnológicos desarrollados en Colombia	No											Si
5.5.2		La solución implicó el desarrollo de tecnología local para satisfacer necesidades particulares del proyecto	No											Si

 MININTERIOR	ANEXO 1 FORMATO DE SOLICITUD DE CERTIFICACION DE PRESENCIA O NO DE GRUPOS ETNICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE UN PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD	Código:
		Versión: 01
		Vigente Desde:

Figura 24. Formato de Solicitudes Proceso Consulta Previa (Ministerio del Interior, 2015)

	FORMATO DE SOLICITUD DE INICIO DE CONSULTA PREVIA CON GRUPOS ÉTNICOS CERTIFICADOS	Código: AN-CP-P01-F02
		Versión:02
		Vigente Desde: 30/11/2015

Figura 25. Formato de Solicitud de Inicio de la Consulta Previa con Grupos Étnicos Certificados (Ministerio del Interior, 2015)

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Nacional de Minería. (14 de Febrero de 2014). *Consulta Previa*. Obtenido de Documentos ANM:
https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/consulta_previa.pdf
- Ahmad, S., & Mat Tahar, R. (Marzo de 2014). Selection of renewable energy sources for sustainable development of electricity generation system using analytic hierarchy process: A case of Malaysia. *Renewable Energy*, Pages 458-466.
doi:10.1016/j.renene.2013.10.001
- Alcaldía Municipal de Urumita. (Enero de 2019). Licitación Pública LP No.004 de 2019. Urumita, La Guajira, Colombia.
- Al-omary, M., Kaltschmitt, M., & Becker, C. (Junio de 2017). Electricity system in Jordan: Status & prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Pages 2398-2409.
doi:10.1016/j.rser.2017.06.046
- Arango, J., & Duque, H. (2015). *Análisis de la difusión de automóviles particulares en diferentes ciudades de Colombia por medio de curvas en S (tesis de maestría)*. Universidad Javeriana, Bogotá D.C.
- Ardila, G. (Junio de 2006). Cambio y permanencia en el Caribe colombiano tras el contacto con Europa : una mirada desde La Guajira. En H. Stevenson, & A. Roca, *Cartagena de Indias en el siglo XVI* (Vol. 15, págs. 35-68). Obtenido de <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/6765>
- Banguero, E., Correcher, A. P., Garcia, E., & Aristizabal, A. (Febrero de 2020). Diagnosis of a battery energy storage system based on principal component analysis. *Renewable Energy*, 146, 2438-2449. doi:10.1016/j.renene.2019.08.064
- Barbara, A., & Liefner, I. (Noviembre de 2019). The Analytic Hierarchy Process as a methodological contribution to improve regional innovation system research: Explored through comparative research in China. *Technology in Society*.
doi:10.1016/j.techsoc.2019.101197
- BID. (19 de Noviembre de 2017). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Recuperado el 22 de Febrero de 2018, de Colombia mejorará sistema de energía sostenible con apoyo del BID: <https://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2017-11-30/colombia-mejorara-sistema-de-energia-sostenible%2C11979.html>
- Bonet, J., & Hahn, L. (Abril de 2017). *Banco de la República*. Obtenido de La mortalidad y desnutrición infantil en La Guajira:
http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_255.pdf
- Cámara de Comercio de La Guajira. (Enero de 2016). *Informe Socioeconómico del Departamento de La Guajira 2016*. Obtenido de Dirección de Promoción y Desarrollo

Empresarial: <https://www.camaraguajira.org/publicaciones/informes/informe-socio-economico-la-guajira-2016.pdf>

- Cannemi, M., García, M., Aragonés, P., & Gómez, T. (Abril de 2014). Modeling decision making as a support tool for policy making on renewable energy development. *Energy Policy*, Pages 127-137. doi:10.1016/j.enpol.2013.12.011
- Castro-Sitiriche, M., & Ndoye, M. (Julio de 2013). On the Links between Sustainable Wellbeing and Electric Energy Consumption. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 327-335. Obtenido de African Journal of Science.
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. (2019). *CIOH*. Obtenido de Climatología Del Caribe: <https://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/ResumenRiohacha2.php>
- Colciencias. (2019). *¿Qué es el OCAD – FCTeI?* Obtenido de Colciencias: <https://www.colciencias.gov.co/node/1088>
- Colombia Compra Eficiente. (2018). *Pliego de condiciones tipo para Procesos de Contratación de servicios de interventoría*. Obtenido de https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/pliego_de_condiciones_interventoria_0.pdf
- Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG. (2019). *CREG*. Obtenido de Historia en Colombia: <http://www.creg.gov.co/index.php/es/sectores/energia/historia-energia>
- Congreso de la República. (3 de Octubre de 2001). *Ley 697 de 2001*. Obtenido de Secretaría del Senado : <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Congreso de la República. (11 de Agosto de 2011). *Ley 2893 de 2011*. Obtenido de Secretaría del Senado: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2893_2011.html
- Congreso de la República. (13 de Mayo de 2014). *Artículo 10. Ley 1715 de 2014*. Obtenido de Función Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Congreso de la República. (13 de Mayo de 2014). *Artículo 19. Ley 1715 de 2014*. Obtenido de Función Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Consorcio Energético CORPOEMA. (30 de Diciembre de 2010). *Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE)*. Obtenido de UPME: <https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/994/1/Vol%201%20Plan%20Desarrollo.pdf>
- Corpoguajira. (2014). *Plan de Energización Rural Sostenible para el Departamento de La Guajira*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2017, de PERS Guajira: <http://persguajira.corpoguajira.gov.co/index.php/es/cara-ene/demanda-energetica>

- Corte Constitucional de Colombia. (13 de Mayo de 2003). *Sentencia SU.383/03 Consulta Previa*. Obtenido de Relatoría:
<https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/CONVENIO%20169%20DE%20LA%20OIT.%20SOBRE%20PUEBLOS%20INDIGENAS%20Y%20TRIBALES%20EN%20PAISES%20INDEPENDIENTES.php>
- Corte Constitucional de Colombia. (Noviembre de 2019). *Convenio 169 convenio sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes*. Obtenido de Relatoría:
<https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/CONVENIO%20169%20DE%20LA%20OIT.%20SOBRE%20PUEBLOS%20INDIGENAS%20Y%20TRIBALES%20EN%20PAISES%20INDEPENDIENTES.php>
- Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*. doi:10.7275/jyj1-4868
- DANE. (2018). *Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de Necesidades Básicas Insatisfechas -NBI- : <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
- Daniel, J. (Enero de 2017). Colombia fails to tackle malnutrition in Indigenous children. *The Lancet*, 389, Pages 23-24. doi:10.1016/s0140-6736(16)32599-5
- Departamento Nacional de Planeación. (15 de Marzo de 2018). *Estrategia para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en Colombia*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%3%B3micos/3918.pdf>
- Díaz Merlano, J. M. (2003). *La Guajira*. Riohacha: IMEDITORS.
- dispac. (Noviembre de 2017). *Solicitud de Ofertas DG-014-2017*. Obtenido de SECOP II:
<https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/OpportunityDetail/Index?noticeUID=CO1.NTC.263511&isFromPublicArea=True&isModal=true&asPopupView=true>
- ECYT-AR. (3 de Octubre de 2017). *Difusión tecnológica*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2017, de La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina: https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Difusi%c3%b3n_tecnol%c3%b3gica
- Edsand, H.-E. (23 de Enero de 2017). Identifying barriers to wind energy diffusion in Colombia: A function analysis of the technological innovation system and the wider context. *Technology in Society*. doi:10.1016/j.techsoc.2017.01.002
- El Congreso de Colombia. (03 de Octubre de 2001). *Ley 697 de 2001*. Obtenido de Instituto Geográfico Agustín Codazzi:
http://www2.igac.gov.co/igac_web/normograma_files/LEY6972001.pdf
- El Herald. (30 de Julio de 2018). *Represa del río Ranchería en La Guajira tiene presunto daño patrimonial de \$637.000 millones*. Obtenido de <https://www.elheraldo.co/la-guajira/represa-del-rio-rancheria-en-la-guajira-tiene-presunto-dano-patrimonial-de-637000>

- Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía. (2019). *FENOGE*.
Obtenido de Quienes somos: <https://fenoge.com/quienes-somos/>
- Gómez, T., & Ribó, D. (Julio de 2018). Assessing the obstacles to the participation of renewable energy sources in the electricity market of Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Pages 131-141. doi:10.1016/j.rser.2018.03.015
- Gonzales, A., Grageda, M., & Ushak, S. (Noviembre de 2017). Assessment of pilot-scale water purification module with electrodialysis technology and solar energy. *Applied Energy*, Pages 1643-1652. doi:10.1016/j.apenergy.2017.09.101
- Grupo Banco Mundial. (Febrero de 2020). *Datos*. Obtenido de Población Rural (% de la población total): <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS>
- Guerrero, S. (5 de Enero de 2017). *Siete causas que inciden en muerte de los niños wayuu*. Recuperado el 18 de Octubre de 2017, de El Heraldó: <https://www.elheraldo.co/laguajira/siete-causas-que-inciden-en-muerte-de-los-ninos-wayuu-312432>
- IIASA. (2012). *Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future*. Obtenido de The International Institute for Applied Systems Analysis: http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA_Chapter21_lifestyles_hires.pdf
- Indrawati, S. (28 de Julio de 2015). *Lo que debemos saber acerca de la energía y la pobreza*. Obtenido de Banco Mundial: <https://blogs.worldbank.org/es/voices/lo-que-debemos-saber-acerca-de-la-energ-y-la-pobreza>
- Interconexión Eléctrica S.A. (2020). *Tipos de Generación*. Obtenido de XM - ISA: <http://www.xm.com.co/Paginas/Generacion/tipos.aspx>
- IPSE. (13 de Noviembre de 2013). *Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas*. Obtenido de <http://www.ipse.gov.co/>
- IPSE. (Julio de 2014). *Soluciones Energéticas para las zonas no interconectadas de Colombia*. Recuperado el 07 de Febrero de 2018, de Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/742159/09C-SolucionesEnergeticasZNI-IPSE.pdf/2871b35d-eaf7-4787-b778-ee73b18dbc0e>
- IPSE. (2017). *Estudio previo art. 2.2.1.1.2.1.1 Decreto 1082 de 2015*. Obtenido de Convenio interadministrativo dispac - SECOP II: <https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/OpportunityDetail/Index?noticeUID=CO1.NTC.263511&isFromPublicArea=True&isModal=true&asPopupView=true>
- Jimenez, M., Franco, C., & Isaac, D. (16 de Junio de 2016). Diffusion of renewable energy technologies: The need for policy in Colombia. *Energy*, Pages 818-829. doi:10.1016/j.energy.2016.06.051

- Kanir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A., & Kim, K.-H. (Febrero de 2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 36(100531). doi:doi.org/10.1016/j.seta.2019.100531
- Karytsas, S., & Choropanitis, I. (Octubre de 2017). Barriers against and actions towards renewable energy technologies diffusion: A Principal Component Analysis for residential ground source heat pump (GSHP) systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Pages 252-271. doi:10.1016/j.rser.2017.04.060
- Kassem, A., Al-Haddad, K., Komljenovic, D., & Schiffauerova, A. (Febrero de 2016). A value tree for identification of evaluation criteria for solar thermal power technologies in developing countries. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Pages 18-32. doi:10.1016/j.seta.2016.02.003
- Kebede, K., & Mitsufuji, T. (January de 2017). Technological innovation system building for diffusion of renewable energy technology: A case of solar PV systems in Ethiopia. *Technological Forecasting & Social Change*, 242-253. doi:doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.018
- López, A. (28 de Mayo de 2019). *El Gobierno le llevará energía eléctrica a 152 municipios*. Obtenido de Portafolio: <https://www.portafolio.co/economia/el-gobierno-le-llevara-energia-electrica-a-152-municipios-530039>
- López, A. (19 de Septiembre de 2019). *En vilo, la interconexión de energía renovable de La Guajira*. Obtenido de Portafolio: <https://www.portafolio.co/economia/en-vilo-la-interconexion-de-energia-renovable-de-la-guajira-533761>
- Luthra, S., Kumar, S., Garg, D., & Haleem, A. (Enero de 2015). Barriers to renewable/sustainable energy technologies adoption: Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Pages 762-776. doi:10.1016/j.rser.2014.08.077
- Mamaghani, A., Avella, E., Najafi, B., Shirazi, A., & Rinaldi, F. (3 de Junio de 2016). Techno-economic feasibility of photovoltaic, wind, diesel and hybrid electrification systems for off-grid rural electrification in Colombia. *Renewable Energy*, Pages 293-305. doi:10.1016/j.renene.2016.05.086
- Markarda, J., Hekkert, M., & Jacobsson, S. (Septiembre de 2015). The technological innovation systems framework: Response to six criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Pages 76-86. doi:10.1016/j.eist.2015.07.006
- McLeod, S. (2019). *Likert Scale Definition, Examples and Analysis*. Obtenido de Simply Psychology.
- Mills, M. (2011). *Introducing Survival and Event History Analysis*. Londres: SAGE Publications.
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (2013). *Departamento de Ciencia Tecnología e innovaciones*. Obtenido de Plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación en energía y minería: 2013-2022: <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/714>

- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (2012). *La Guajira. Guía Turística*. Recuperado el 22 de Febrero de 2018, de <http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=58186&name=GuiaTuristicaGuajira-ok.pdf&prefijo=file>
- Ministerio de Cultura. (2014). *Caracterizaciones de los pueblos indígenas de Colombia*. Obtenido de Wayuú, gente de arena, sol y viento: <https://www.mincultura.gov.co/prensa/noticias/Documents/Poblaciones/PUEBLO%20WAY%C3%9AU.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). *Memorias al Congreso 2012-2013. Energía Eléctrica*. Recuperado el 05 de Febrero de 2018, de MinMinas: <https://www.minminas.gov.co/memorias-al-congreso>
- Ministerio de Minas y Energía. (2017). *FAZNI*. Obtenido de Proyectos IPSE: <http://ipse.gov.co/proyectos/fazni-estado/2116-implementacion-de-un-sistema-de-generacion-de-energia-electrica-a-nivel-residencial-en-los-hogares-priorizados-a-traves-del-uso-de-fuentes-renovables-fotovoltaica-para-mejorar-las-condiciones-de-vida-de-250-f>
- Ministerio de Minas y Energía. (23 de Marzo de 2018). *Decreto 570 de 2018*. Obtenido de Presidencia de la República: <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%200570%20DEL%2023%20DE%20MARZO%20DE%202018.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. (2018). *Memorias al Congreso 2017-2018. Energía Eléctrica*. Recuperado el 05 de Febrero de 2018, de MinMinas: <https://www.minminas.gov.co/memorias-al-congreso>
- Ministerio de Minas y Energía. (02 de Agosto de 2018). *Plan Nacional de Electrificación Rural*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/47918-res_40809_020818.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (12 de Julio de 2018). *Plan nacional de electrificación Rural PNER 2018-2031*. Obtenido de MinMinas: https://www.minminas.gov.co/minminas-theme/planclimatico/files/19_UPME_120718_PNER_Jullio260718_publicacion.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (2019). *FENOGE*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/fenoge>
- Ministerio del Interior. (2013). *¿Cuáles etapas se surten en el proceso de la Consulta Previa?* Obtenido de Atención al ciudadano: <https://www.mininterior.gov.co/content/cuales-etapas-se-surtan-en-el-proceso-de-la-consulta-previa>
- Ministerio del Interior. (2015). *Formato de Solicitudes Proceso Consulta Previa*. Obtenido de Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa: <https://www.mininterior.gov.co/mision/direccion-de-consulta-previa/formato-de-solicitudes-proceso-consulta-previa>

- Ministerio del Interior. (2020). *Dirección de Consulta Previa*. Obtenido de ¿Qué es la Consulta Previa?: <https://www.mininterior.gov.co/content/que-es-la-consulta-previa>
- Naciones Unidas. (13 de Septiembre de 2007). *Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas - Resolución 61/295*. Obtenido de Departamento de Asuntos Económicos y Sociales: https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf
- NASA. (2005). *Geospatial Interoperability Return on Investment Study*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2017, de National Aeronautics and Space Administration Geospatial Interoperability Office: http://lasp.colorado.edu/media/projects/egy/files/ROI_Study.pdf
- Ojeda, E., Candelo, J., & Silva, J. (Noviembre de 2017). Perspectivas de Comunidades Indígenas de La Guajira Frente al Desarrollo Sostenible y el Abastecimiento Energético. *Espacios*, 38, 25-27. Obtenido de Dirección de Promoción y Desarrollo Empresarial: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n11/a17v38n11p25.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo. (11 de Septiembre de 2011). *El Convenio 169 de la OIT: pueblos indígenas e inclusión social*. Obtenido de Oficina Regional para América Latina y el Caribe: http://www.oit.org/americas/oficina-regional/direcci%C3%B3n-regional/WCMS_178820/lang--es/index.htm
- Paredes, J., & Ramírez, J. (Enero de 2017). *Publicaciones Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de Energías renovables variables y su contribución a la seguridad energética: Complementariedad en Colombia: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17221/energias-renovables-variables-y-su-contribucion-la-seguridad-energetica>
- Pérez, L. (Junio de 2006). Los Wayuu: tiempos, espacios y circunstancias. *Cuaderno Venezolano de Sociología*, 15(1), Pages 403-426. Obtenido de <http://produccioncientificaluz.org/>
- Rubio, C. (27 de Agosto de 2017). *La Guajira, todo un potencial energético*. Recuperado el 12 de Octubre de 2017, de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/la-guajira-todo-un-potencial-energetico-123500>
- Saaty, R. (Mayo de 1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, Pages 161-176. doi:10.1016/0270-0255(87)90473-8
- Saaty, T. (2004). Fundamentals of the analytic network process — Dependence and feedback in decision-making with a single network. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, Pages 129–157. doi:10.1007/s11518-006-0158-y
- SGI&C. (13 de Noviembre de 2013). *Sistema de Gestión de Información y Conocimiento en FNCE* . Obtenido de <http://www1.upme.gov.co/sgic/>
- SIEL. (2015). *Distribución y Cobertura*. Obtenido de Sistema de Información Electrico Colombiano: www.siel.gov.co/siel/portals/0/Piec/COBERTURA_2015_09-08-2016.xlsx

- Sistema Nacional de Información Cultural. (2018). *Sinic*. Obtenido de Colombia Cultural: <http://www.sinic.gov.co/SINIC/ColombiaCultural/ColCulturalBusca.aspx?AREID=3&SECID=8&IdDep=44&COLTEM=216>
- Sistema Nacional de Información Cultural. (2018). *Sinic*. Obtenido de Colombia Cultural: <http://www.sinic.gov.co/SINIC/ColombiaCultural/ColCulturalBusca.aspx?AREID=3&SECID=8&IdDep=44&COLTEM=216>
- Suhr, D. (2009). *Statistics and Data Analysis*. Obtenido de Principal Component Analysis vs. Exploratory Factor Analysis: <https://support.sas.com/resources/papers/proceedings/proceedings/sugi30/203-30.pdf>
- UNDP. (2020). *Objetivo de desarrollo sostenible: Energía asequible y no contaminante*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2 de Febrero de 2019). *UPME*. Obtenido de Plan de expansión de referencia de Generación - Transmisión 2017 - 2031: http://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Plan_GT_2017_2031_PREL.pdf
- Universidad de La Guajira. (20 de Noviembre de 2016). Techno-economic feasibility analysis of photovoltaic systems in remote areas for indigenous communities in the Colombian Guajira. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Pages 4245-4255. doi:10.1016/j.rser.2017.05.101
- UPME. (2005). *Atlas de Radiación Solar de Colombia*. Recuperado el 03 de Febrero de 2018, de Unidad de Planeación Minero Energética: http://www.upme.gov.co/atlas_radiacion.htm
- UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2017, de Unidad de Planeación Minero Energética: http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf
- UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2017, de Unidad de Planeación Minero Energética: http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf
- UPME. (Enero de 2015). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2017, de Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano – Enero de 2015: http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento_Variables_Enero_2015.pdf
- UPME. (2015). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2017, de Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia:

http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf