



**IMPLEMENTACIÓN DE GRANJAS SOSTENIBLES EN LOS CENTROS  
ETNODUCATIVOS 11 Y 14 DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA**



## IMPLEMENTACIÓN DE GRANJAS SOSTENIBLES EN LOS CENTROS ETNODUCATIVOS 11 Y 14 DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA

### ESTADO DEL PROYECTO

*Perfil*

### **EQUIPO FORMULADOR:**

**Ing. Jaime Luis Murgas Bornachelly**

*Especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública y Privada*

**Mauricio Brito**

*Ingeniero Ambiental*

### **EQUIPO DE APOYO**

**Jair Osorio León**

*Geógrafo*

**Thomas González**

*Ingeniero Mecánico*

**Elkin Mejía Suarez**

*Ingeniero Electrónico*

### **PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PARA EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA PERS Guajira**

UPME

TETRATECH

CORPOGUAJIRA

CENTRO INDUSTRIAL Y DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS – SENA REGIONAL GUAJIRA

*Riohacha – La Guajira*

*2016*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>1. FICHA RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>2. RESUMEN DEL PROYECTO</b>	<b>6</b>
<b>3. IDENTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>7</b>
3.1.1. Diagnóstico del Área de Influencia del Proyecto	9
3.1.2. Diagnóstico de Participantes	20
3.1.3. Descripción del Servicio	20
3.1.4. Análisis del Mercado	22
<b>3.2. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>26</b>
3.2.1. Contribución a la Política Pública	26
<b>4. PROBLEMA CENTRAL, CAUSAS Y EFECTOS</b>	<b>28</b>
<b>5. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS</b>	<b>29</b>
<b>5.1. NOMBRE DE LA ALTERNATIVA</b>	<b>29</b>
5.1.1. Alternativas Posibles	29
5.1.2. Selección de Alternativa Energética	30
<b>5.2. RESUMEN DE LA ALTERNATIVA</b>	<b>55</b>
5.2.1. Disponibilidad a Pagar	55
<b>5.3. OBJETIVOS</b>	<b>56</b>
5.3.1. General	56
5.3.2. Específicos	56
<b>5.4 IMPACTO ESPERADO</b>	<b>57</b>



<b>5.5. ANÁLISIS DE RIESGOS</b>	<b>58</b>
<b>5.6. CRONOGRAMA</b>	<b>61</b>
<b>5.7. PRESUPUESTO</b>	<b>61</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>62</b>

## 1. FICHA RESUMEN

<b>Título del Proyecto:</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE GRANJAS SOSTENIBLES EN LOS CENTROS ETNOEDUCATIVOS No. 11 Y No. 14 DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA</b>			
<b>Proponente:</b>	Centro Industrial y de Energías Alternativas – SENA Regional Guajira			
<b>Población Objetivo:</b>	635 Estudiantes			
<b>Sub Región:</b>	Media Guajira.			
<b>Ejecutor:</b>	Por Definir			
<b>Posibles Cooperantes:</b>	Centro Industrial y de Energías Alternativas (SENA Regional Guajira) – Chevron Texaco, Tetrattech, Gobernación de la Guajira.			
<b>Departamento:</b>	La Guajira			
<b>Duración del Proyecto:</b>	18 Meses			
<b>Costo Total del Proyecto:</b>	\$ 2.904.940.433			
<b>Monto Solicitado:</b>	\$ 2.604.008.208			
<b>Monto Total Contrapartida SENA</b>	\$ 300.932.225			
<b>Esquema de Financiación</b>				
<b>Entidades</b>	<b>C.E. No. 11</b>		<b>C.E. No. 14 – Sede 8</b>	
	<b>Efectivo (\$)</b>	<b>Especie (\$)</b>	<b>Efectivo (\$)</b>	<b>Especie (\$)</b>
<b>Gobernación</b>	100.000.000		543.368.225	
<b>Tetrattech</b>	80.139.119		141.285.119	
<b>Chevron Texaco</b>	1.480.464.283		258.751.463	
<b>SENA</b>		201.490.225		99.442.000
<b>Inversión por Centro</b>	<b>\$ 1.862.093.626</b>		<b>\$ 1.042.846.807</b>	
<b>Lugar de Ejecución del Proyecto:</b>			Municipio de Riohacha	
	Zona Rural – Municipio de Riohacha. Centro Etnoeducativo No. 11 y No. 14 Sede 8.		Departamento: La Guajira	
<b>Responsable del proyecto:</b>			Cargo:	
	Empresa/Institución: Centro Industrial y de Energías Alternativas – SENA Regional Guajira		Teléfono de Contacto:	

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

Esta propuesta nace como respuesta a la necesidad de generar espacios para la formación de saberes tradicionales y prácticas agroecológicas en la comunidad educativa, como una herramienta que permita a mediano plazo mejorar los esquemas de seguridad alimentaria y nutricional existentes en la comunidad wayuu aledaña a los Centros Etnoeducativo No. 11 y No. 14 sede No 8, Pulikchamana ubicado en zona rural del municipio de Riohacha. Es decir, se busca construir con sus docentes proyectos de aula para ampliar los conocimientos entorno a la producción avícola, el cultivo de alimentos, así como una alimentación saludable desde el contexto Wayuu e intercultural.

Las actividades productivas asociadas a la agricultura no es asunto nuevo en este territorio, en el pasado en las comunidades aledañas a las sedes educativas de Jarijñamana y Pulikchamana cultivaban en épocas de lluvia algunos vegetales como Ahuyama, Patilla, Tomate, Frijol y Maíz que servían como complemento adicional a sus necesidades nutricionales.

Bajo este contexto, en estos Centros Etnoeducativos se han venido realizando algunos esfuerzos aislados con el firme propósito de desarrollar una granja integral, que permita el fomento de prácticas agroecológicas en los estudiantes, sin embargo debido a restricciones de tipo económico, su ejecución no ha sido posible.

Actualmente, según la caracterización realizada por el equipo contratado para la formulación del Plan de Energización Rural Sostenible del departamento de la Guajira (PERS – Guajira), la población que se beneficiará directamente con el desarrollo de las granjas sostenibles será de 635 estudiantes de Básica Primaria y Media.

Finalmente, este proyecto integra el uso de las energías renovables para el suministro de agua potable, el riego de los cultivos y la disponibilidad de energía eléctrica para el desarrollo de actividades futuras en la sede educativa.

### 3. IDENTIFICACIÓN

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La articulación de prácticas agroecológicas en los procesos de formación escuelas en Colombia no es un asunto nuevo, su uso se remonta a mediados de los años 80' cuando el antropólogo Guillermo Castaño Arcila introduce el concepto de “escuela agroecológica campesina, que desde la organización surcos comunitarios viene promoviendo el desarrollo rural humano sustentable en algunas instituciones educativas del centro del país”<sup>1</sup>.

El departamento de la Guajira no ha sido ajeno a esta tendencia, durante muchos años varias instituciones educativas rurales han desarrollado acciones importantes con el fin de generar espacios prácticos para el fomento de saberes tradicionales de la agricultura, como elemento fundamental para el desarrollo productivo de las comunidades aledañas, sin embargo, la ausencia de una oferta energética importante limita el desarrollo y la sostenibilidad a largo plazo de las huertas o granjas escolares. Estas comunidades Wayuu ven su situación agravada por el cambio climático que vulnera su ambiente natural y dificulta su seguridad alimentaria.

Según datos suministrados por la Secretaria de Educación Departamental existen actualmente “52 centros etnoeducativos ubicados en la subregión de la Media y Alta Guajira, de los cuales sólo el 30% cuenta con granjas o huertas como punto de apoyo para el desarrollo de proyectos formativos”<sup>2</sup>.

Mayoritariamente estas organizaciones no cuentan con fluido eléctrico, dada las condiciones geográficas, socioeconómicas y territoriales de la población wayuu, que favorecen a su alta dispersión poblacional, algunas cuentan con pozos artesanales para el

---

<sup>1</sup> ACEVEDO, Álvaro. Memorias. Simposio Internacional sobre Agroecología. Universidad de la Amazonía. Mayo del 2010.

<sup>2</sup> SECRETARIA DE EDUCACIÓN DEPARTAMENTAL DE LA GUAJIRA. Censo de Instituciones Etnoeducativas. Abril del 2015.

suministro de agua y en otros casos no poseen acceso a fuentes de agua como: arroyos, aguas subterráneas y jagueyes<sup>3</sup>.

Bajo este criterio, los centros etnoeducativos 11 y 14 Sede No. 8 Pulikchamana carecen parcial o totalmente del fluido eléctrico. En el caso, del primer centro este dispone de un sistema híbrido (solar – eólico) de tan solo 2 kWp instalado, el cual brinda la energía a una pequeña sala de sistemas y permite el funcionamiento de una nevera solar.

En las dos instituciones, el suministro de agua depende exclusivamente de un pozo cercano, bombeada con un molino de viento, cuyo caudal es insuficiente para satisfacer las necesidades de consumo de la comunidad educativa. Este recurso viene siendo utilizado sin ninguna clase de tratamiento, suceso que repercute en el aumento de la frecuencia de enfermedades diarreicas agudas y el bajo rendimiento académico de los educandos. Igualmente se dispone de áreas para el desarrollo actividades agroecológicas, sin embargo la baja disponibilidad de recursos limitan su desarrollo en la zona.

---

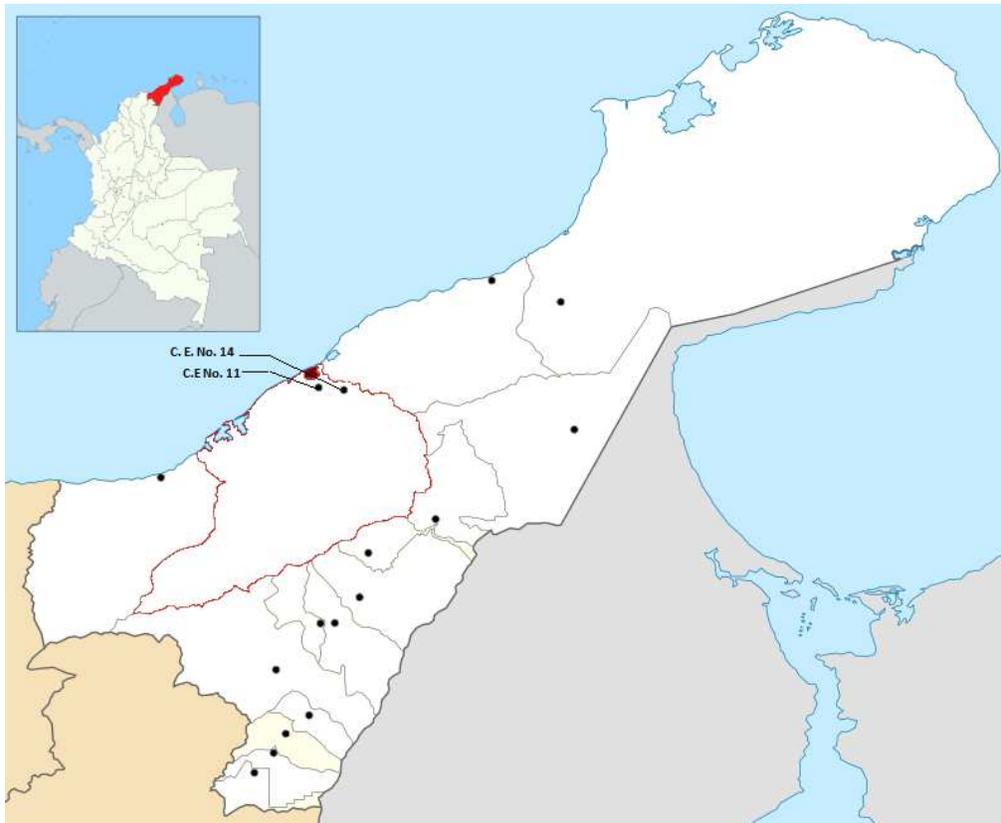
<sup>3</sup> Los jagueyes son reservorios de aguas superficiales construidos de forma artesanal por los indígenas Wayuu de duración temporal que dependen exclusivamente de la presencia de lluvias en la región.

### 3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada del Proyecto

El área de influencia del proyecto se encuentra en dos ubicaciones cercanas en zona rural del municipio de Riohacha. En primer lugar, el C.E. No. 11 se localiza en el Km 9 vía Riohacha - Valledupar, en las coordenadas de geográficas (11°27'48.29"N) y (72°54'34.30"W). En segundo término, el Centro Etnoeducativo No. 14 Sede 8 Pulikchamana se encuentra a una distancia de 26 Kms, en la Ruta 90, en cercanías del corregimiento de Aremasain , con coordenadas (11 ° 27 ' 47.3 " N) y (72 ° 42 ' 39.9" W)

El siguiente mapa muestra la ubicación de los Centros Etnoeducativos:

**Mapa 1. Ubicación de las Comunidades Seleccionadas**



Fuente: Wikipedia. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). 2015.





## Población



Los centros etnoeducativos, se encuentra inmersa dentro una comunidades Jarijiñamana y Pulikchamana. *Este territorio es reconocido dentro del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Riohacha como “Zona de Resguardo de la Media Guajira”<sup>4</sup>*

- **Total Población Afectada:** 802 estudiantes.
- **Población objetivo:** 635 Estudiantes de Preescolar y Básica Primaria de la sede principal.

---

<sup>4</sup> ALCALDIA MUNICIPAL DE URIBIA. Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Riohacha. 2004.

## Caracterización de la Población

- **C.E. No. 11:** ubicado en la comunidad de Jarijiñamana del municipio de Riohacha, cuenta con una población estudiantil de aproximadamente 600 Estudiantes, incluyendo sus aulas satélites. Actualmente su sede central consta de 20 Aulas (13 de Material y 7 de bareques), donde laboran alrededor de 25 docentes desde el grado cero hasta el décimo grado.

La institución educativa a pesar de ser de tipo académica, cuenta con un espacio suficiente para desarrollar tareas que permitan la integración de los proyectos de aula con las prácticas agroecológicas y el redescubrimiento de saberes tradicionales asociados a la elaboración de artesanías y la actividad pecuaria en la zona.

- **C E No. 14 Sede 8 Pulikchamana:** Hace dos años, por donación de la Fundación Internacional María Luisa de Moreno, se construyó esta moderna sede educativa con una inversión de \$ 800 Millones de pesos en la comunidad indígena denominada Pulikchamana, a 6 Km del Corregimiento de Aremasain (Municipio de Manaure). La edificación de 1.600 m<sup>2</sup> y consta de 6 aulas escolares convencionales, un aula de informática, cocina, comedor, plazoleta, batería de baños, depósito de agua y terrenos para el desarrollo de las actividades agroecológicas. Su población es de 200 Estudiantes Matriculados.

**Tabla 1. Matriz de Identificación Poblacional**

Institución	Coordenadas Geográficas	Beneficiarios	Distancia Aprox. (Cabecera Municipal)	Condiciones de Acceso	Suministro de Agua	Suelos	Infraestructura Existente
Sede Educativa Principal Centro Etnoeducativo No. 11	12°07'58.9"N 71°15'44.5"W	435 Estudiantes (Preescolar y Básica Primaria)	9 Kms	Vía pavimentada, 100 metros de acceso destapado.	Pozo artesanal + sistema de Bombeo Eólico (Molino Multipala).	Topografía plana de suelos arenosos de mediana fertilidad presencia de Bosque nativo seco tropical.	Alberca para almacenamiento de agua, 1 tanque plástico (1000 Lts), 1 motobomba, mangueras.  5 aulas ( 2 bombillos y un Ventilador) Sala de Informática (25 computadores, ventiladores, una nevera y luminarias) Planta Híbrida (Solar Eólica) de 2 kWp.
Centro Etnoeducativo No. 14 Sede 8 – Comunidad de Pulikchamana	11 ° 27' 47.3 " N 72° 42' 39.9" W	200 Estudiantes (Preescolar y Básica Primaria)	26 Kms	Via pavimentada hasta el Km 20, el resto del tramo se hace por trocha.	Pozo artesanal + sistema de Bombeo Eólico (Molino Multipala).	Topografía plana de suelos arenosos de mediana fertilidad presencia de Bosque nativo seco tropical.	4 Tanques Elevados para el suministro de agua de 1000 Lts.  4 Luminarias de Velas por Salon (Sin fluido Eléctrico).

- **Registro Fotográfico Sede Principal**

**Foto 1. Vista Frontal Centro Etnoeducativo No. 11**



**Foto 2. Vista Lateral de la Sede**



**Fuente: Equipo Investigador – PERS Guajira 2016.**

**Foto 3. Vista de los Terrenos Disponibles.**



**Fuente: Equipo Investigador PERS – Guajira. 2016.**

**Foto 4. Vista de Centro Etnoeducativo – Sede Pulikchamana**



**Foto 5. Vista Interior Salones - Pulikchamana**



**Fuente: Fuente: Equipo Investigador PERS – Guajira. 2016.**

## - Características Socioeconómicas de la Población

Aproximadamente el 85% de los estudiantes son indígenas wayuu, que se dedican a colaborar en las labores diarias que realizan sus padres en cada una de sus rancherías ubicadas en puntos cercanos o distantes de la sede educativa.

Esta población en general presenta débiles condiciones socioeconómicas que repercuten en el alto nivel de necesidades básicas insatisfechas y la ausencia total de servicios públicos domiciliarios. Las familias de los estudiantes presentan muy bajos ingresos que oscilan entre los \$ 80.000 – \$ 180.000 mensuales.

“Si bien los Wayúu ancestralmente han realizado las siembras en los periodos de lluvia, en la actualidad, por el cambio climático, es impredecible saber las épocas de lluvia y verano y se ha perturbado la posibilidad de sacar dos cosechas durante un año en condiciones normales de buen tiempo. Se encuentra tradición de siembra de cultivos como maíz, millo, fríjol guajiro, ahuyama, patilla, yuca y pepinos, entre otros.

Las comunidades Wayúu combinan la actividad agrícola con el pastoreo, bajo un sistema extensivo de ovino-caprinos. No tienen culturalmente la costumbre de producir alimentos para los animales. Los caprinos son intercambiados o comercializados por la comunidad dentro de su entorno.”<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> FUNDACIÓN ALPINA, ALCALDÍA DE RIOHACHA, UNGRD. Fortalecimiento de la Actividad Productiva Ovino – Caprina y de Producción Agrícola en las Comunidades Indígenas Wayuu afectadas por la Ola Invernal. Primera Edición. Bogotá. 2014. Pág. 33.

## Esquema Organizativo

Según consultas realizadas al personal docente de los centros etnoeducativos se tiene la firme intención de organizar comités con sus estudiantes en pro de desarrollar las actividades asociadas con el mantenimiento de los sistemas instalados y la sostenibilidad de la Granja Escolar.

La siguiente tabla muestra los datos de contacto de las personas responsables del proceso:

**Tabla 2. Datos de Contacto Líderes del Centros Etnoeducativos**

Institución	Contacto	Cargo	Teléfono
Centro Etnoeducativo No. 11.	Remedios López Epinayu	Rectora	311 668 78 79
Centro Etnoeducativo No. 14 Sede 8 .Pulikchamana	Danilo Castro	Coordinador Academico	314 622 8694
	Robinson Castro Epinayu	Autoridad Tradicional	321 728 2335
	Abrahan Lara	Coordinador Departamental Fundación Maria Luisa de Moreno	300 819 6248

Fuente: Equipo de Investigación. PERS Guajira. 2016.

### - Esquema Productivo

Las Granjas Escolares son espacios de formación que promueven las prácticas de producción agropecuaria a través de la recuperación de los saberes, fomentando el trabajo colaborativo, la defensa del territorio, el sentido de identidad, la conservación del medio ambiente y el desarrollo sustentable de la comunidad. Dentro de los objetivos a mediano plazo que busca esta propuesta se encuentran:

- Generación de identidad con el territorio.
- Mejoramiento de la seguridad alimentaria.
- El Incremento de los recursos económicos las familias wayuu.
- Fortalecimiento de la organización comunitaria.
- Incentivar el uso de los recursos y saberes propios de las comunidades.

Según el Proyecto Etnoeducativo de la nación Wayuu (Anaa Akua 'ipa), el proceso de enseñanza “no debe estar restringida a tiempo ni espacio ni a contenidos específicos; esta se basa en la participación directa del niño en las actividades de los mayores siguiendo la división por sexo y edad para el desarrollo de las mismas. El resultado de esta experiencia educativa es la formación integral en la que se desarrolla un tipo característico de percepción y una visión del mundo que permea la cultura Wayuu”<sup>6</sup>.

#### **-Esquema de Comercialización o de Uso**

La producción generada por las prácticas agroecológicas será utilizada en su mayor parte para el consumo interno de los centros educativos dentro de la estrategia de apoyo nutricional a los niños wayuu.

---

<sup>6</sup> MESA TÉCNICA DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN. Proyecto Etnoeducativo de la Nación Wayuu (Anaa Akua 'ipa). P.25.

### 3.1.2. Diagnóstico de los Participantes

Participante	Posición	Tipo de Contribución	Rol
Centro Industrial y de Energías Alternativas SENA – Regional Guajira	Cooperante	Asistencia Técnica	La entidad es líder regional en el proceso de formación, investigación en el área de energías renovables.
Corporación Autónoma Regional de la Guajira (Corpoguajira)	Cooperante	Asistencia Técnica	La máxima autoridad ambiental departamental tiene experiencia en el proceso de ejecución de proyectos de generación energética, desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua para comunidades vulnerables.
Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)	Cooperante	Asistencia Técnica	Esta entidad tiene una amplia experiencia en el proceso de evaluación de proyectos de desarrollo energético en el territorio nacional.
Tetra – Tech Inc Sucursal Colombia	Cooperante	Apoyo Técnico	Empresa dedicada al asesoramiento y la gestión empresarial.
Gobernación de la Guajira	Cooperante	Recursos de Cofinanciación	La Gobernación a través de la secretaría de desarrollo económico se encarga de administrar y destinar recursos del Sistema General de Regalías.
Secretaría de Educación Departamental	Cooperante	Apoyo Técnico	Organización encargada de ejecutar las políticas gubernamentales entorno a fortalecimiento de la educación en el territorio.
Chevron Texaco	Cooperante	Recursos de Cofinanciación	Organización que viene apoyando a la comunidad en el desarrollo de proyectos sociales dentro del marco de su misión de responsabilidad social empresarial.
Centros Etnoeducativos No. 11 y No. 14	Beneficiarios	Recurso Humano	Participar activamente en el proceso de implementación del proyecto

### 3.1.3. Descripción del Servicio:

Tal como se ha expresado la población objetivo de la presente propuesta se encuentra ubicado en ZNI del municipio de Riohacha, dada su condición cuenta con deficiencias de cobertura del servicio de energía eléctrica. Tan solo el Centro Etnoeducativo No. 11, cuenta con algún tipo de infraestructura. La siguiente tabla muestra la relación de equipos de generación disponible. (Ver tabla 3).

**Tabla 3. Relación de Equipos de Generación Disponibles**

Ubicación	Equipo	Capacidad	Estado	Usos
Sede Educativa No. 11 (Sede Principal)	Sistema de Generación Híbrida (solar – Eólica)	2 kWp	Operando	Iluminación, uso del refrigerador y algunos equipos.

Así mismo, según datos obtenidos a partir de la Resolución MME 180961 del 2004 y tomando como referencia algunos estudios realizados sobre la energización de ZNI a partir de Energía Eólica y Solar en Colombia, se tiene en consideración la relación de demanda promedio de consumo y la cantidad de habitantes por cada centro de consumo así:

**Tabla 4. Demanda Energética por Tipo de Centro Poblado**

Descripción	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
# Usuarios	50	150	300	500
Horas diarias de servicio	4	5	8	10
KW/usuario	0,28	0,3	0,32	0,34
Potencia promedio por centro poblado (Kw)	14	45	96	170
Demanda diaria por centro poblado (Kw-h)	56	225	768	1700

Fuente: Esteve M, Universidad Pontificia Javeriana. 2011.

Tomado como referencia estos datos, la población objetivo a intervenir se consideran de tipo 1, por tanto el sistema de generación a considerar podría tener una potencia de consumo máxima de 3,22 kWp para el Centro Etnoeducativo No. 11 y 4,7 Kwp para el No. 14.

### 3.1.4 Análisis del Mercado

#### - Estimación de la Demanda

El análisis de la demanda es un aspecto importante el diseño e instalación de cualquier solución energética. Estos resultados deben aportar el consumo actual de la población a la que se desea suministrar energía, proyectar la demanda durante un periodo de tiempo según la necesidad.

Dado que los centros de acopio se ubicaran en ZNI, no resulta posible aplicar los métodos tradicionales para la estimación de la demanda como la extrapolación de datos o la aplicación de los modelos econométricos de series de tiempo.

Por tanto se puede utilizar otras técnicas para estimación basada en datos poblacionales, el comportamiento del ciclo productivo o la capacidad posible a instalar. En este sentido, al no existir datos históricos, se puede estimar la demanda actual con base a la potencia de consumo posible de los equipos a utilizar, es decir la demanda máxima de potencia.

La tabla No. 5, a manera de ejemplo muestra el consumo diario (cuadro de cargas) estimado para el funcionamiento del Centro Etnoeducativo No. 11:

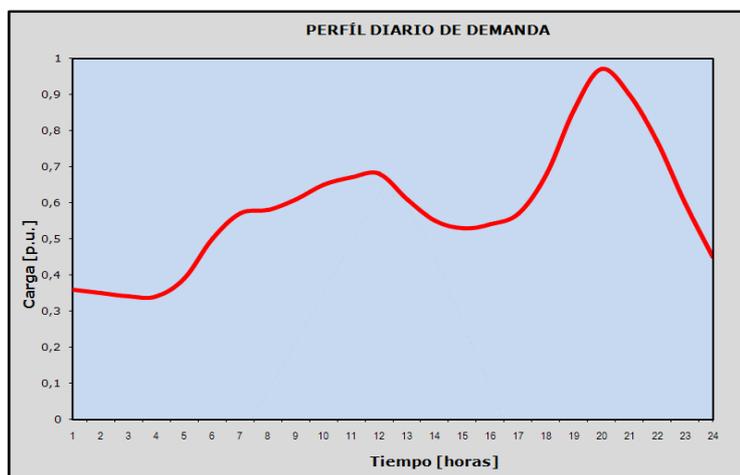
**Tabla 5. Estimación Demanda de Consumo C.E. No. 11.**

Equipos	No. de Equipos Simultáneos	Potencia	Tiempo h/día	Consumo (Wh/día)
Lámparas	10	60	5	3000
Nevera	1	100	16	1600
Ventiladores	20	100	5	10000
Cargador de Celular	1	50	6	300
Computadores	2	60	6	720
<b>Total Consumo Wh/día</b>				<b>15620</b>

**Fuente: Equipo Investigador PERS – Guajira.2016.**

Sin embargo, esta técnica sólo tiene en cuenta el consumo promedio de los equipos a instalar en relación con sus horas de funcionamiento, sin considerar la variación de los picos de consumo de ciertos elementos electrónicos (equipos de refrigeración). En tal caso, el perfil de carga puede variar durante el día según las recomendaciones dado por la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG), en el documento 037 de 2005, tal como se muestra en la siguiente figura:

**Figura 1. Perfil de demanda promedio (en p.u) para ZNI**

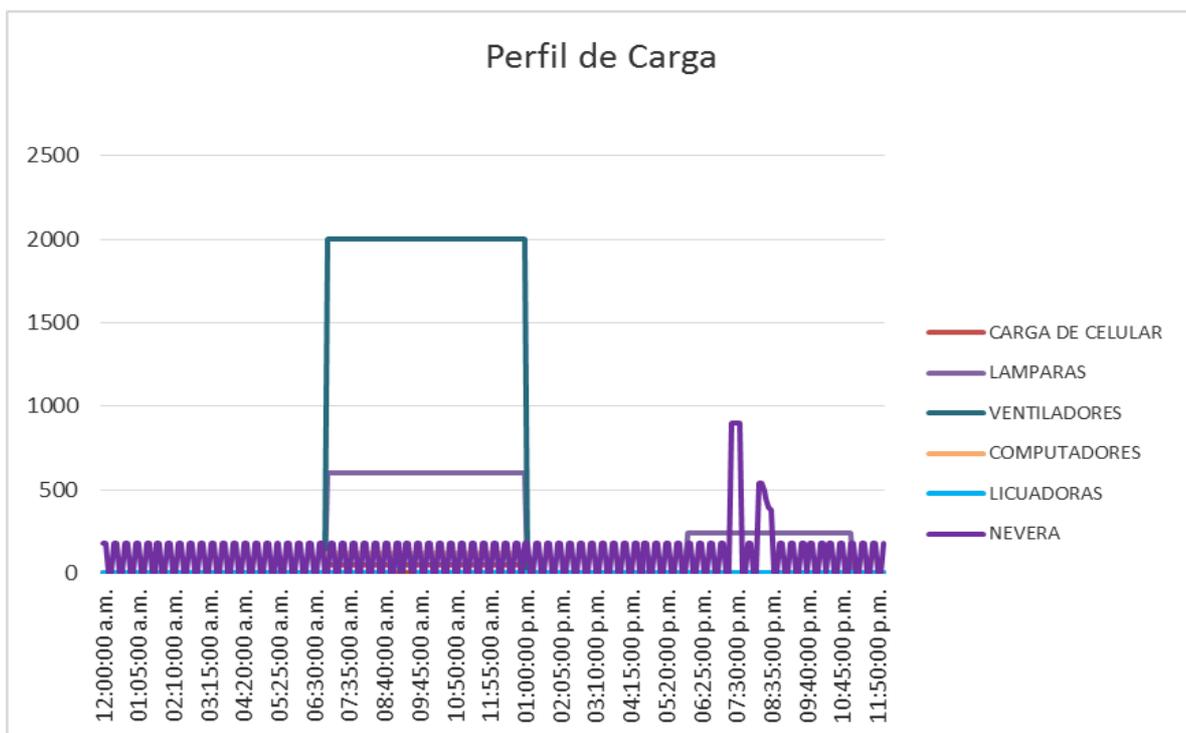


Fuente: CREG. Documento 037 del 2005.

La curva de carga establece valores por unidad (p.u) y cada valor en p.u corresponde a una hora específica del día. El valor en p.u de cada hora equivale al porcentaje de uso del valor total de carga instalada en un instante de tiempo. Bajo este supuesto la potencia base de consumo para los dos centros etnoeducativo sería de 15 kWh/d y 22 kWh/d respectivamente.

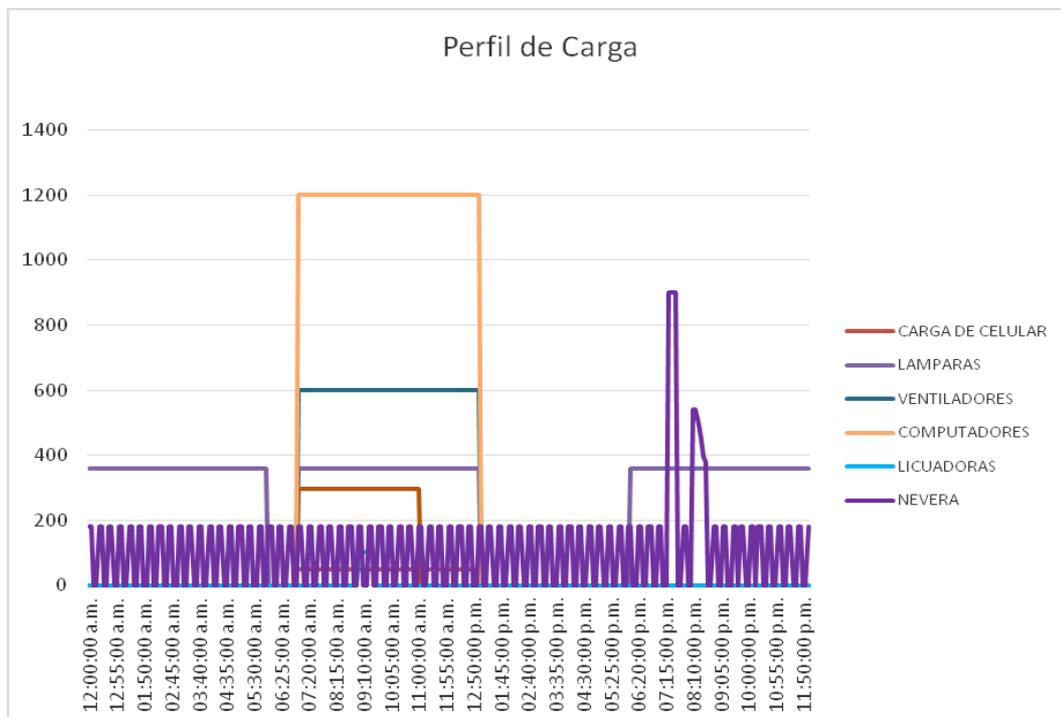
Lamentablemente, esta técnica no toma en cuenta la cantidad de equipos simultáneos que se utilizan a determinada hora del día por los usuarios. La Figura 2, muestra el comportamiento posible de la demanda que tendrá el consumo de los equipos durante un día completo al interior de la comunidad estudiada, notase que el mayor consumo está representado por la operación simultanea de los equipos de ventilación en la jornada de la mañana.

**Figura 2. Perfil Estimado de Consumo C.E. No. 11**



Fuente: UPME – PERS Guajira. 2016.

**Figura 3. Perfil Estimado de Carga C.E. No. 14**



Fuente: Equipo de Investigación. "PERS Guajira. 2016.

El esquema muestra una curva de color indican la sumatoria de todas las cargas para cada instante de tiempo, es decir, la curva total de demanda. Los picos de potencia que toman una forma irregular en cada instante de tiempo son debido al régimen de funcionamiento de la nevera.



## 3.2 MARCO DE REFERENCIA

### 3.2.1. Contribución a la Política Pública

Esta propuesta se encuentra alineada con las directrices actuales de desarrollo regional, que propende por el desarrollo económico de las comunidades menos favorecidas, en este sentido el plan de desarrollo departamental en su Eje X Competitividad Regional, se expresa que “el gran reto para el departamento, es poner la ciencia y la tecnología al servicio de la generación de competencias del talento humano, para resolver el problema de la educación en las poblaciones indígenas y en los procesos de aprovechamiento de las oportunidades productivas”<sup>7</sup>.

Igualmente esta iniciativa se encuentra armonizada con dos de las principales apuestas sociales del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Guajira (2013 – 2018), asociadas al uso de las energías no convencionales, el manejo y la potabilización del agua, como recurso vital para el desarrollo humano.

El escenario local, el plan de desarrollo municipal (2012 – 2015), busca dentro sus ejes de gestión. Eje 1. Riohacha Digna, articularse dentro de la estrategia de ciencia y tecnología para fomentar el uso de las energías no convencionales, al mismo tiempo dentro del eje estratégico No. 3. Riohacha Próspera, se busca generar acciones que permitan mejorar los esquemas de seguridad alimentaria y el mejoramiento de los ingresos de la población wayuu de la Subregión de la Media Guajira.

---

<sup>7</sup> SECRETARÍA DE PLANEACIÓN DEPARTAMENTAL. Plan de Desarrollo del Departamento de la Guajira. “La Guajira Primero”. (2012 – 2015). Pág. 246.

**Figura 4. Contribución a la Política Pública**

**Plan del PND**

(2014-2018) Por un Nuevo País

**Programa del PND**

Pilar: Equidad

Estrategia Regional: Caribe Prospero y sin Pobreza Extrema

**Departamental:**

Plan de desarrollo. La Guajira Primero (2012 -2015)

Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Guajira (2013 – 2018).

**Programa del Plan desarrollo Departamental o Sectorial**

Eje X. Competitividad Regional – Ciencia y Tecnología

Apuestas Sociales: Uso de las Energías Renovables, Manejo y Potabilización de Agua

**Planes de Desarrollo Municipales**

**Riohacha:**

Eje 1: Riohacha Digna

Estrategia: Ciencia y Tecnología

Eje 3: Riohacha Prospera

Desarrollo Rural - Seguridad Alimentaria

**Fuente: Equipo Investigador PERS – Guajira 2015.**

#### **4. PROBLEMA CENTRAL, CAUSAS Y EFECTOS**

- **Problema Central:**

Deficiente oferta energética que permita la puesta en marcha de granjas sostenibles en los Centro Etnoeducativos No. 11 y No. 14 localizados en zona rural del municipio de Riohacha.

**Causas Directas:**

- Deficiente generación de energía eléctrica en la zona
- Limitada capacidad para el suministro continuo de agua en la comunidad educativa.
- Deficiente preparación técnica para el uso eficiente de los recursos.

- **Efectos Directos:**

- Inseguridad alimentaria
- Alto nivel de incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAS)
- Almacenamiento inadecuado de los alimentos y bebidas



## 5. IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVAS

### 5.1. NOMBRE DE LA ALTERNATIVA

Suministro de energía eléctrica con tecnología limpia para el desarrollo de ambientes de formación agroecológica en los centros Etnoeducativos No. 11 y No 14 del municipio de Riohacha.

#### 5.1.1. Alternativas Posibles

Según el Plan de Desarrollo para las Fuentes no Convencionales de Energía en Colombia (PDFNCE) (CORPOEMA, UPME, 2010), la Subregión de la Media Guajira por sus condiciones geográficas y climatológicas posee un potencial extraordinario en materia de recurso solar y eólico, al mismo tiempo dada la presencia importante del recurso hídrico en la zona, se tienen en cuenta las siguientes alternativas:

- Sistema 1 (Solar – Equipo Electrónico Diésel)
- Sistema 2 (Solar – Eólico – Equipo Electrónico Diésel)

La tabla No. 6 presenta los valores máximos y mínimos en relación con el recurso disponible:

**Tabla 6. Valores Promedios Máximo y Mínimo Mensual**

Subregión	Centro Poblado	Ubicación Referencia	Radiación Solar Promedio Mensual (Kwh/m <sup>2</sup> /día)		Velocidad Promedio del Viento Mensual (m/s)	
			Max	Min	Max	Min
Media Guajira	Riohacha	12°07'58.9"N 71°15'44.5"W	6.45	5.16	7.0	3.7

### 5.1.2. Selección de Alternativas Energéticas

Para este caso, se realizó el análisis de cada una de las alternativas energéticas posibles, utilizando la aplicación **Homer (*Híbrid Optimization Model for Electric Renewables*)** desarrollado por el laboratorio nacional de energía renovable de los Estados Unidos (*NREL*), este software es “ampliamente utilizado para la evaluación económica y ambiental de los sistemas eléctricos que utilizan fuentes de generación renovables que son comúnmente designados como sistemas híbridos. El programa identifica el sistema o la configuración del mínimo costo posible simulando su comportamiento a lo largo de un año y clasificando las soluciones en orden creciente del Costo Presente Neto (CPN), para el ciclo de vida de la instalación”<sup>8</sup>.

El uso de la aplicación Homer, requiere la alimentación de datos de recursos naturales (eólicos, solares, hidrológicos, etc), las cargas o curvas de consumo de los sistemas a instalar, los costos (a precios del mercado) de cada uno de los componentes, incluyendo costos de reemplazo, mantenimiento y de operación.

<sup>8</sup> CASAROTTO, C.F. “Evaluación de Sistemas Híbridos para la Electrificación de Zonas Remotas mediante HOMER”. Universidad Nacional de Comahue. Ponencia. Cuarto Congreso Nacional – Tercer Congreso Iberoamericano Hidrogeno y Fuentes Sustentables de Energía – HYFUSEN . 2011.

## -Centro Etnoeducativo No. 11

**Alternativa 1. (Solar + Equipo Electrónico):** considera el uso combinado de dos o más tecnologías en función de los recursos disponibles en la zona.

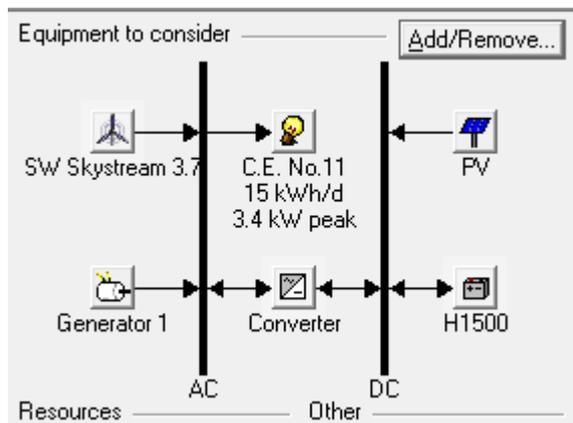
**Alternativa 2. (Solar – Eólico – Equipo Electrónico).**

El sistema a simular tiene los siguientes elementos:

- Paneles solares
- Generador Eólico
- Baterías
- Conversor DC/AC
- Equipo Electrónico Diésel

En la siguiente figura se muestran los componentes a simular.

**Figura 5. Componentes a Simular**

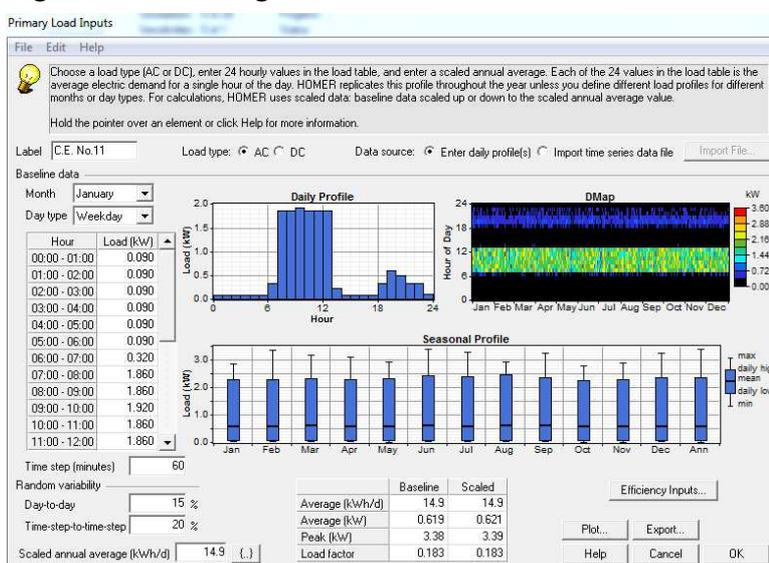


Fuente: Homer – Energy. 2015

- **Demanda de consumo:**

Tomando como referencia los datos asociados al perfil total de consumo, resultados de la estimación de demanda del consumo realizada en el aparte correspondiente, se ingresaron los datos de la curva de demanda en la aplicación Homer. (Figura 6).

**Figura 6. Datos Ingresados Homer - Perfil de Demanda**



La carga es completamente AC, lo cual implica que exista un convertidor para invertir la tensión que venga de las fuentes de energía de DC. El consumo de energía promedio diario debido al perfil de carga es 15 kWh/d para la sede educativa.

- **Costos de los elementos a utilizar en el sistema de generación:**

Se realizaron consultas de varias fuentes secundarias, principalmente de proveedores certificados en la Web con el fin de establecer los costos de los sistemas de energización a instalar, considerando su capacidad, los costos transporte, montaje, reemplazo, operación y mantenimiento. La siguiente tabla muestra el resumen de los costos considerados por cada componente:

**Tabla 7. Costos Componentes (Precios en Dólares Americanos)**

Componente	Tamaño (Kw)	Capital (\$)	Reemplazo (\$)	O & M
Paneles Fotovoltaicos	0.300	417	400	50
Aerogenerador Skystream	3.7	9236	8236	250
Equipo Electrónico Diésel	3.0	769	750	2
Baterías Hoppecke 12 OPzS 1500	-	800	800	30
Convertidor	18	30866	30866	60

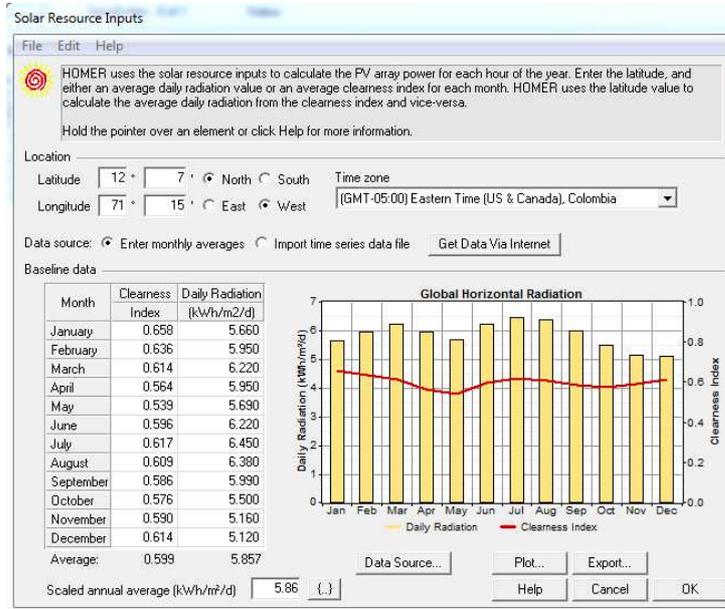
**Fuente: Equipo Investigador PERS Guajira. 2016.**

**-Valores de los recursos naturales para el sistema de energización**

Se ingresan a la aplicación los datos asociados a los recursos de radiación solar, de viento disponibles en la plataforma de (RETScreen de la NASA)

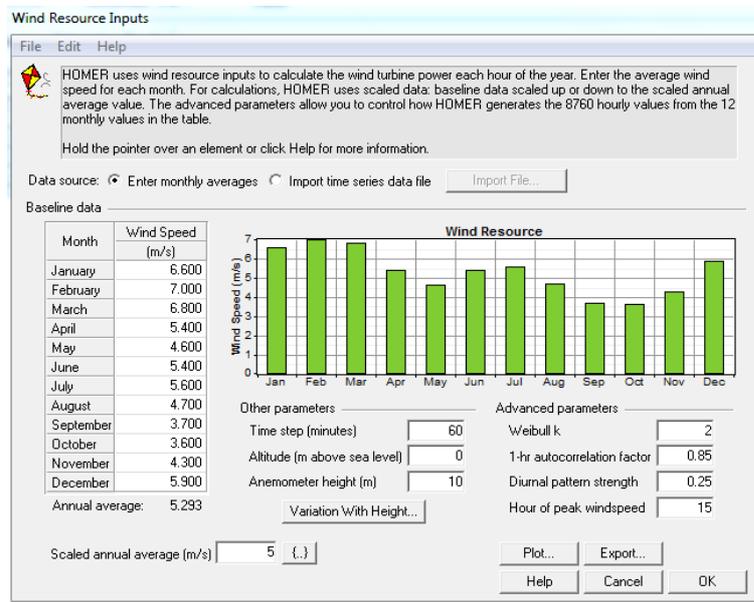
## Recurso Solar

Figura 7. Datos Ingresados Recurso Solar



## - Recurso Eólico

Figura 8. Datos Ingresados de Viento - Homer



## -Resultados

La ventaja de usar HOMER para determinar la mejor alternativa de energización, es que se pueden plantear escenarios. De tal forma que una solución no sea dimensionada para solucionar las necesidades inmediatas sino que permitan formular escenarios de desarrollo social, cultural y tecnológico a largo plazo, proponiendo metas de crecimiento de la demanda y del esquema productivo.

Sin embargo, dado las características propias de la sede educativa, no se consideró una variación significativa en la demanda de consumo energético. La Figura No. 9, muestra el resultado de las alternativas consideradas:

**Figura 9. Resultados HOMER**

Sensitivity Results		Optimization Results												
Double click on a system below for simulation results.														☑ Categorized
⚠	⚡	☑	PV (kW)	S3.7	Label (kW)	H1500	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
			4		3	24	2.5	\$ 27,469	2,800	\$ 63,268	0.910	0.82	340	422
			2	1	3	24	2.5	\$ 33,659	2,472	\$ 65,265	0.939	0.88	229	251
⚠	⚡		8	1	3		2.5	\$ 23,579	10,797	\$ 161,600	2.324	0.38	1,737	3,722
⚠	⚡		8		3		2.5	\$ 14,349	14,813	\$ 203,715	2.930	0.07	2,594	5,550

De acuerdo a los resultados de HOMER, para los perfiles de demanda actuales el sistema híbrido que satisface inmediatamente las necesidades bajo el criterio de CPN (Costo Presente Neto) se relaciona con la combinación de los componentes de energía solar, uso del equipo electrógeno y baterías (primera fila). Sin embargo, bajo criterios de continuidad y calidad en el servicio se recomienda analizar la posibilidad de inclusión del aerogenerador dada la disponibilidad del recurso en el territorio y su mayor capacidad de generación en función del tiempo.

- **Alternativa 1.** La primera alternativa que se compone de los siguientes elementos:

**Tabla 8. Componentes Alternativa No.1.**

Elemento	Capacidad
PV	4 kW
Battery	24 Hoppecke 12 OPzS 1500
Inverter	2.5 kW
Rectifier	2.5 kW
Generador	3 kW

Fuente: Homer – Energy. 2016.

En la siguiente tabla, se puede ver el resumen de los costos para esta primera alternativa:

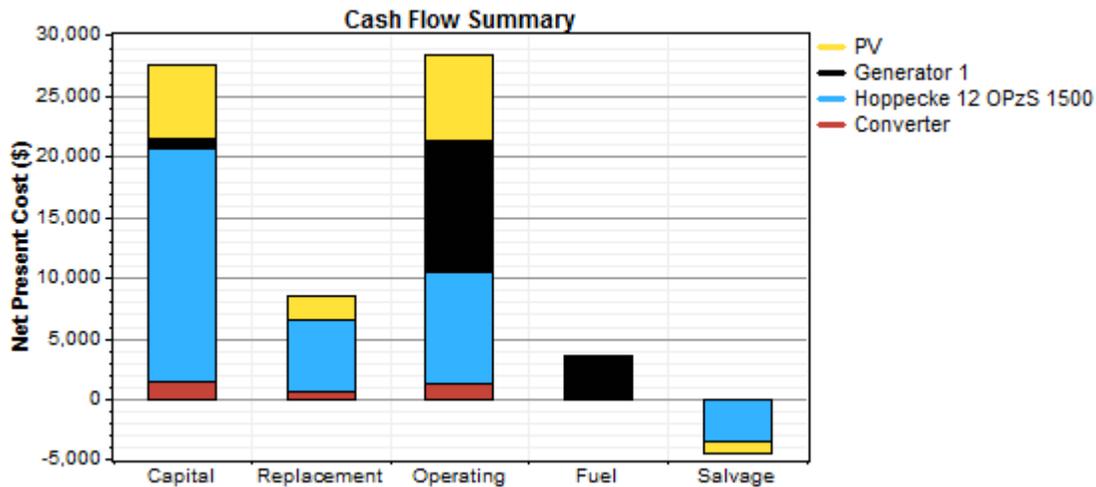
**Tabla 9. Costos Alternativa No. 1**

Costo	Valor
Costo Presente Neto	\$ 63,268
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.910/kWh
Costo anual de operación	\$ 2.800/y

Fuente: Homer – Energy. 2016.

Igualmente, en la figura siguiente se puede ver la distribución de los costos por elemento, a los reemplazos de los elementos las fotoceldas, convertidores y las baterías a lo largo del proyecto. Los costos de mantenimiento y operación del sistema aplican en todos los elementos a excepción del equipo electrógeno.

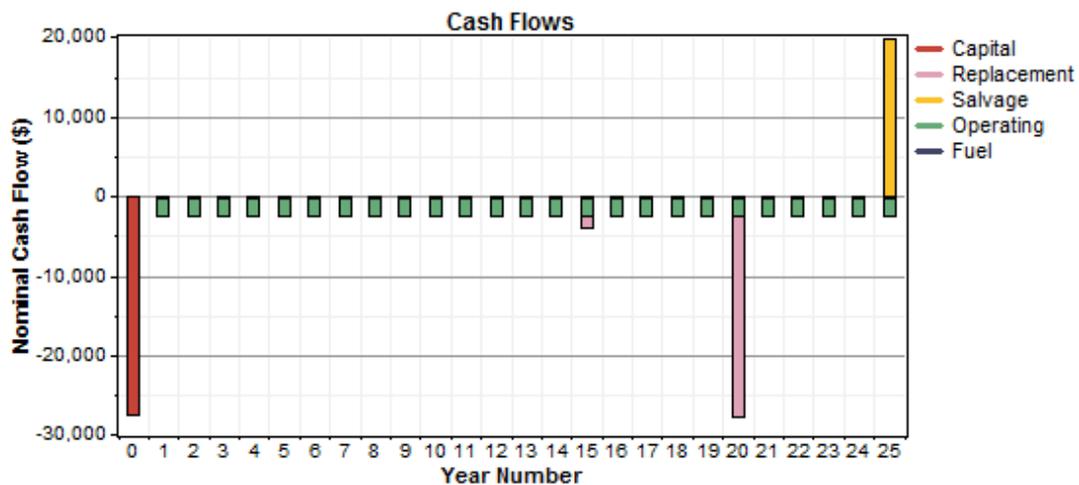
Figura 10. Resumen Flujo de Capital Alternativa No. 1.



Fuente: Homer – Energy. 2016.

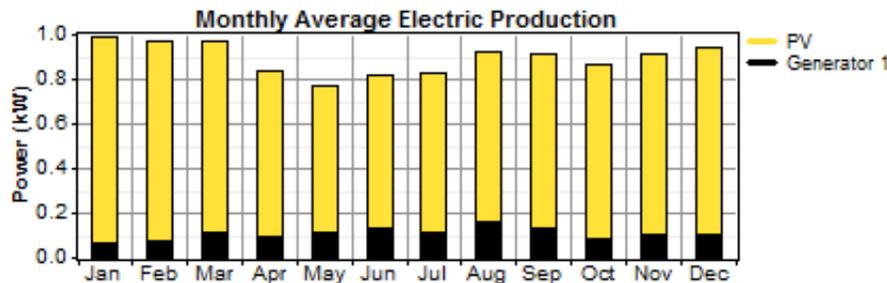
Dado estos parámetros, el capital de inversión inicial tiene un valor de US \$27.649. En la figura No 11, se muestra un reemplazo de los elementos (con excepción del equipo electrógeno) en el Año 15 y 20. En el último año de proyección se produce ahorros asociados al valor de los sistemas instalados.

Figura 11. Flujo Neto de Inversión



En las figuras (12 y 13), se muestra según la simulación que el sistema de paneles fotovoltaicos, es el encargado de asumir con todos los requerimientos de energía en la ranchería.

**Figura 12. Promedio de Producción Eléctrica Mensual – Sistema Fotovoltaico**



Fuente: Homer – Energy. 2016.

**Figura 13. Potencia de Salida Anual Diaria – Paneles Fotovoltaicos**

Sin embargo, el sistema incorpora dentro de los gastos unos componentes de apoyo como son baterías para garantizar el servicio continuo durante cierto periodo de tiempo. HOMER, considero 24 baterías para el sistema a 24 V y una capacidad de 15 kWh/día, dando al sistema una autonomía de 3.38 días con carga completa.

En la tabla 10 se muestra la información relacionada con los costos y capacidad de las baterías.

**Tabla 10. Costo y Capacidad de las Baterías**

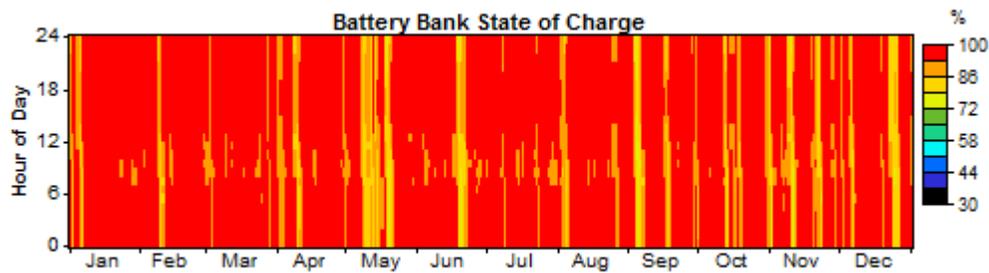
Quantity	Value	Units
Nominal capacity	72.0	kWh
Usable nominal capacity	50.4	kWh
Autonomy	81.2	hr

Lifetime throughput	123,264	kWh
Battery wear cost	0.168	\$/kWh
Average energy cost	0.045	\$/kWh

Fuente: Homer – Energy. 2016.

La simulación, muestra el comportamiento del estado de carga de las baterías en función de las horas del día, nótese que las baterías logran su estado de carga ideal entre las 12 – 18 horas. (Figura 14), con excepción de algunos meses, donde varía la disponibilidad del recurso energético.

**Figura 14. Estado de Cargas de las Baterías**



## Alternativa No. 2.

La segunda alternativa a considerar se compone de los siguientes elementos:

**Tabla 11. Componentes Alternativa No.2.**

Elemento	Capacidad
Wind turbine	1 SW Skystream 3.7
PV	2 kW
Battery	24 Hoppecke 12 OPzS 1500
Inverter	2.5 kW
Rectifier	2.5 kW
Generador	3 kW

Fuente: Homer – Energy. 2016.

En la siguiente tabla, se muestran los costos principales para esta alternativa.

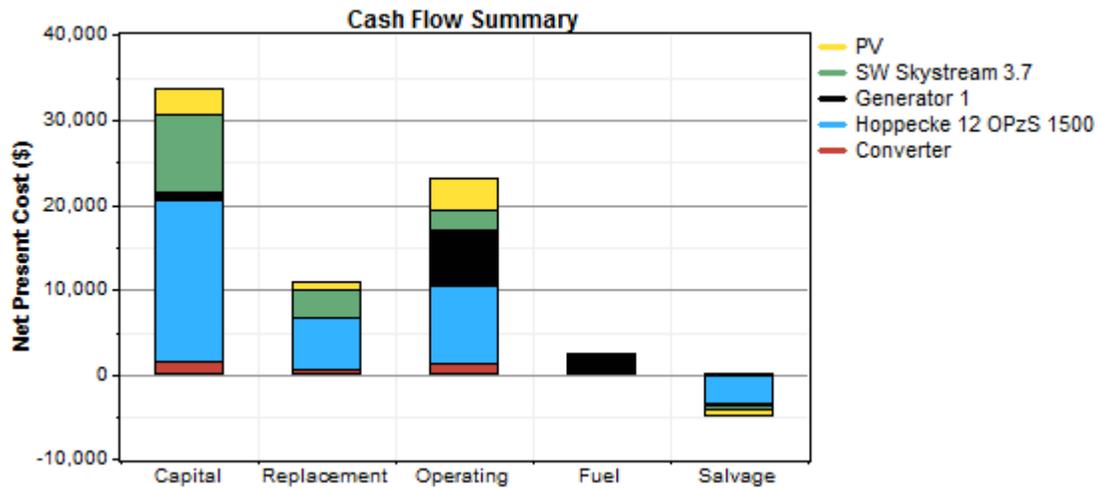
**Tabla 12. Costos Alternativa No. 2**

Costo	Valor
Costo Presente Neto	\$ 65.265
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.939/kWh
Costo anual de operación	\$ 2.472/yr

Fuente: Homer – Energy. 2016.

Así mismo, en la siguiente figura se puede ver la distribución de los costos por elemento, el reemplazo y los costos de operación se asocian en todos los componentes.

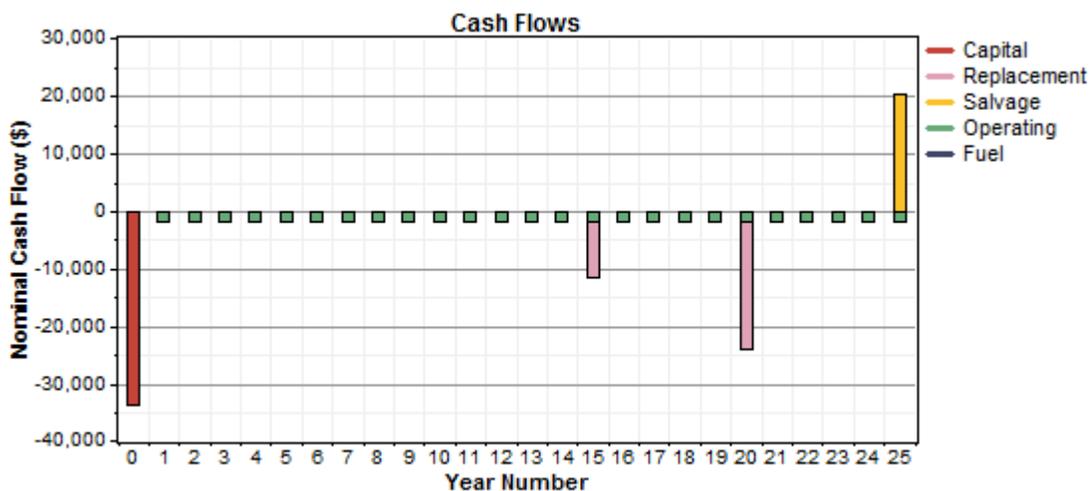
**Figura 15. Resumen Flujo de Capital Alternativa No. 2.**



Fuente: Homer – Energy. 2016.

Dado estos parámetros, el capital inicial tiene un valor de US \$ 33.659. En la figura 16, se muestra un reemplazo de los convertidores en el Año 15. En el último año de proyección se produce ahorros asociados al valor de salvamento de la PCH y los convertidores.

**Figura 16. Flujo Neto de Inversión Alternativa No. 2.**



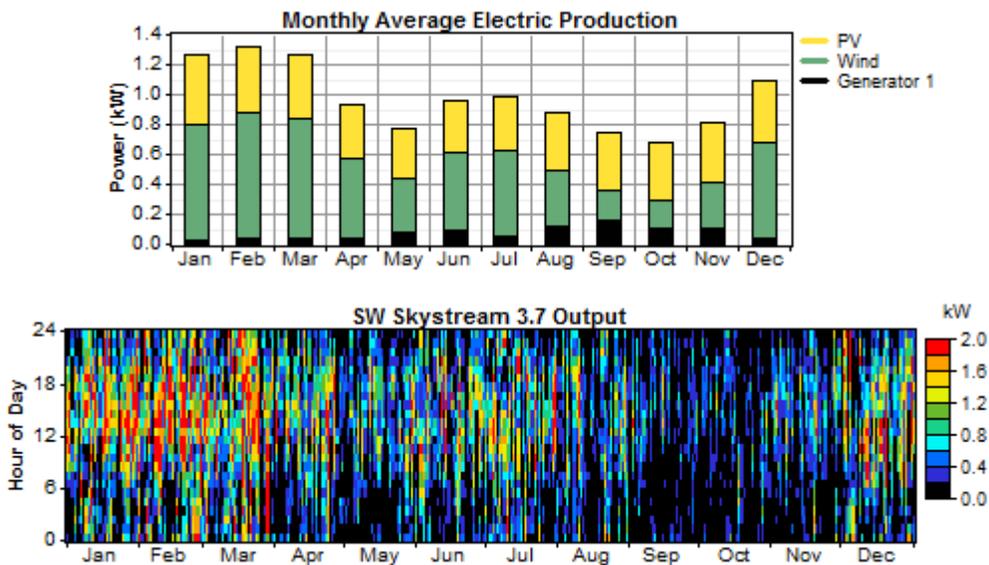
En los siguientes esquemas se muestra que el aerogenerador es el encargado de asumir el 52% de los requerimientos de energía de la escuela, mientras que los paneles fotovoltaicos aportan un 40% y el 8% restante es asumido por el generador diésel.

**Tabla 13. Generación Eléctrica / Componente**

Componente	Producción (kWh/año)	Fracción
PV array	3,440	40%
Wind turbine	4,427	52%
Generator 1	677	8%
Total	8,544	100%

Fuente: Homer – Energy. 2016.

**Figura 17. Potencia Promedio Generada por Componente**

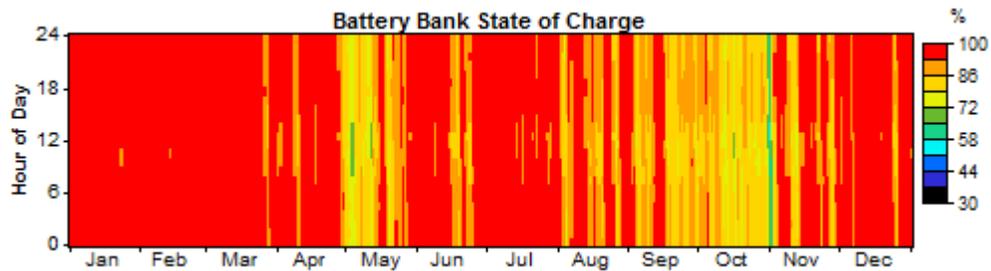


Fuente: Homer – Energy. 2016.

Al igual, que en la primera alternativa, HOMER considero 24 baterías para el sistema a 24 V y una capacidad de 15 kWh/día, dando al sistema la misma autonomía con carga total de 3,38 días, suceso que permite el mantenimiento periódico de los equipos en caso de fallas en el sistema.

Como se muestra en la Figura 19, el estado de carga óptima de las baterías se obtiene entre las 12 – 16 horas del día con ligeras fluctuaciones durante el año debido a la discontinuidad del recurso disponible en la zona:

**Figura 19. Estado de Carga de las Baterías**



Fuente: Homer – Energy. 2016.

Finalmente, se estima que los excesos de energía generados para esta alternativa alcancen el 28.3%, es decir se producen alrededor de 2.417 Kwh/d adicionales a la largo de un año calendario. Es decir el sistema se considera ligeramente sobredimensionado para este tipo de demanda.

#### - Selección de las Alternativas

Como el fin del plan de energización rural sostenible (PERS), es brindar sostenibilidad de las alternativas seleccionadas. La siguiente grafica muestra los resultados de optimización de las alternativas analizadas:

**Figura 20. Resultados de Optimización Alternativas Homer**

Sensitivity Results		Optimization Results													
Double click on a system below for simulation results.															
Categorized															
Icons	PV (kW)	S3.7	Label (kW)	H1500	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)			
	4		3	24	2.5	\$ 27,469	2,800	\$ 63,268	0.910	0.82	340	422			
	2	1	3	24	2.5	\$ 33,659	2,472	\$ 65,265	0.939	0.88	229	251			
	8		3		2.5	\$ 23,579	10,797	\$ 161,600	2.324	0.38	1,737	3,722			
	8		3		2.5	\$ 14,349	14,813	\$ 203,715	2.930	0.07	2,594	5,550			

En la Tabla No 14., se muestra la configuración de cada alternativa, bajo este escenario cualquiera de las dos alternativas puede servir para el suministrar la demanda de consumo de 15 kWh/día.

**Tabla 14. Configuración de las Alternativas**

	Elemento	Capacidad
<b>Alternativa 1</b>	PV	4 kW
	Battery	24 Hoppecke 12 OPzS 1500
	Inverter	2.5 kW
	Rectifier	2.5 kW
	Generador	3 kW
<b>Alternativa 2</b>	Wind turbine	1 SW Skystream 3.7
	PV	2 kW
	Battery	24 Hoppecke 12 OPzS 1500
	Generador	3 kW
	Inverter	2.5 kW
	Rectifier	2.5 kW

En la siguiente Tabla, se muestra la comparación de los costos para cada una de las alternativas:

**Tabla 15. Comparación de costos entre alternativas y escenarios**

	Escenario 1	
	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo Presente Neto	\$ 63,268	\$ 65,265
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.910/kWh	\$ 0.939/kWh
Costo anual de operación	\$ 2,800/y	\$ 2,472/yr

**- Conclusiones de la simulación**

Al comparar las dos alternativas, se puede observar que la alternativa 1, presenta un menor Costo Presente Neto. Por tanto, se selecciona esta iniciativa.

## -Centro Etnoeducativo No. 14 Sede 8 – Pulikchamana

**Alternativa 1. (Solar + Equipo Electrónico).**

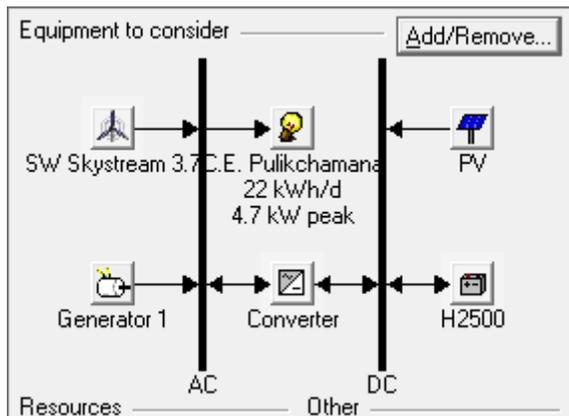
**Alternativa 2. (Solar – Eólico – Equipo Electrónico).**

El sistema a simular tiene los siguientes elementos:

- Paneles solares
- Generador Eólico
- Baterías
- Conversor DC/AC
- Equipo Electrónico Diésel

En la siguiente figura se muestran los componentes a simular.

**Figura 21. Componentes a Simular**

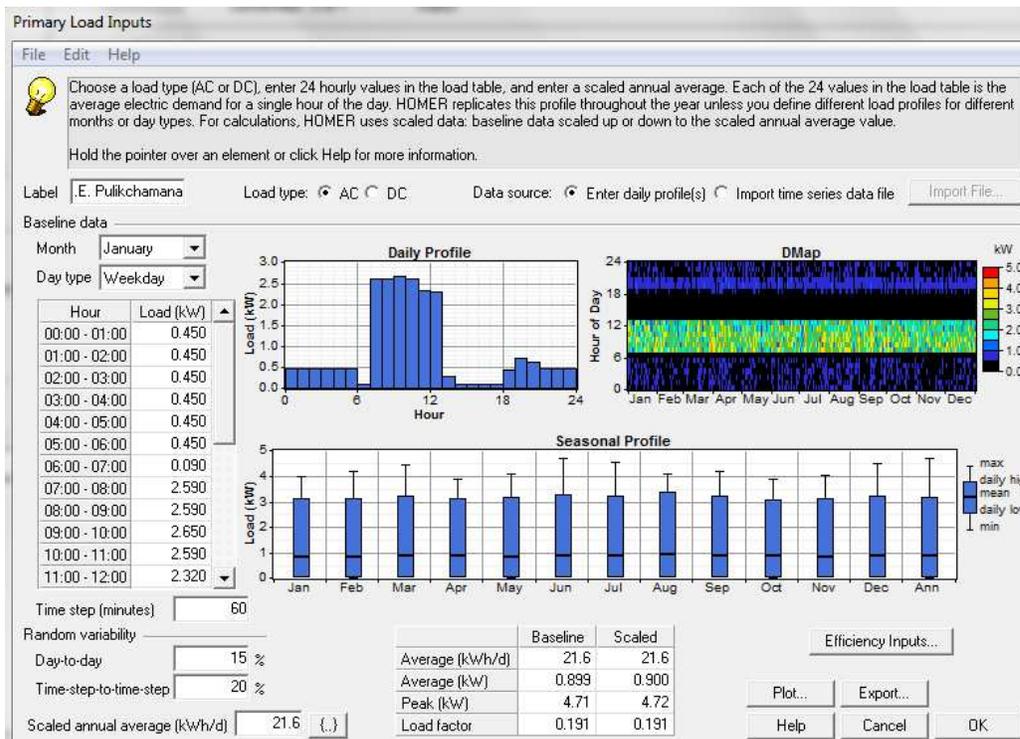


Fuente: Homer – Energy. 2016

- **Demanda de consumo:**

Tomando como referencia los datos asociados al perfil total de consumo, resultados de la estimación de demanda del consumo realizada en el aparte correspondiente, se ingresaron los datos de la curva de demanda en la aplicación Homer. (Figura 22).

**Figura 22. Datos Ingresados Homer - Perfil de Demanda**



**Fuente: Homer Energy.2016.**

Al igual que la simulación realizada para el centro etnoeducativo No. 11, la carga es completamente AC, lo cual implica que exista un convertidor para invertir la tensión que venga de las fuentes de energía de DC. El consumo de energía promedio diario debido al perfil de carga es 22 kWh/d para la sede educativa.

## -Resultados de la Simulación:

Dado que la sede educativa se encuentra en el misma área de influencia, los recursos naturales disponibles y los costos de las tecnologías utilizadas para la simulación (exceptuando algunos componentes) son relativamente iguales que el ejercicio anterior.

La Figura No. 23 muestra los resultados generales del proceso:

**Figura 23. Resultados HOMER Centro Etnoeducativo. No. 14**

Sensitivity Results		Optimization Results														
Double click on a system below for simulation results.																
Categorized Overall																
		PV (kW)	S3.7	Label (kW)	H2500	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)			
		4		2	24	2.5	\$ 35,723	4,568	\$ 94,115	0.934	0.65	915	1,440			
		3	1	2	24	2.5	\$ 43,433	4,073	\$ 95,505	0.948	0.86	451	1,096			
		5		2	24	2.5	\$ 37,243	4,632	\$ 96,454	0.957	0.69	833	1,416			
		2	1	2	24	2.5	\$ 41,913	4,359	\$ 97,638	0.969	0.77	668	1,336			
		4	1	2	24	2.5	\$ 44,953	4,140	\$ 97,877	0.971	0.87	417	1,039			

De acuerdo a los resultados de HOMER, para los perfiles de demanda actuales el sistema híbrido que satisface inmediatamente las necesidades bajo el criterio de CPN (Costo Presente Neto) se relaciona con la combinación de los componentes de energía solar, eólica, uso del equipo electrógeno y baterías (color amarillo).

- **Alternativa 1.** La primera alternativa que se compone de los siguientes elementos:

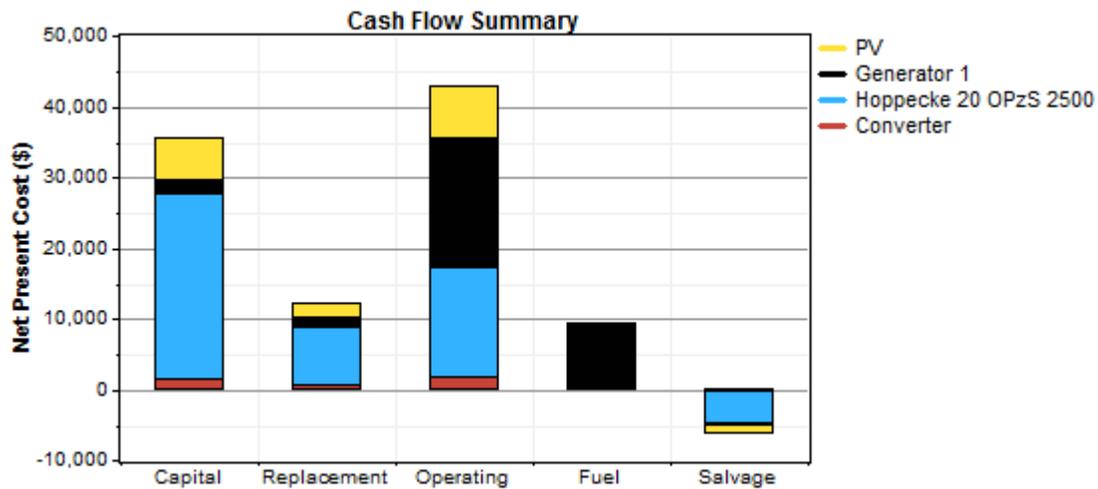
**Tabla 16. Componentes Alternativa No.1.**

Elemento	Capacidad
PV	4 kW
Battery	24 Hoppecke 20 OPzS 2500
Inverter	2.5 kW
Rectifier	2.5 kW
Generador	2 kW

Fuente: Homer – Energy. 2016.

En la siguiente grafica y tabla, se puede ver el resumen de los costos para esta primera alternativa:

**Figura 24. Resumen Flujo de Capital Alternativa No. 1.**



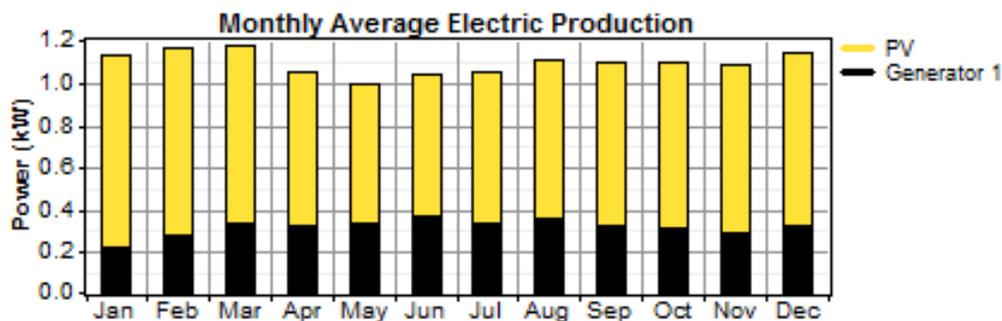
**Tabla 17. Costos Alternativa No. 1**

Costo	Valor
Capital Inicial	\$ 35.723
Costo Presente Neto	\$ 94.115
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.934/kWh
Costo anual de operación	\$ 4568/y

Fuente: Homer – Energy. 2016.

Complementariamente se analiza el nivel de producción eléctrica de los equipos a instalar, el mayor peso corresponde a los modulos fotovoltaicos con un 71% y el 29% restante es aportado por el equipo electrógeno. La siguiente grafica muestra el promedio de producción mensual del sistema:

**Figura 25. Promedio de Producción Eléctrica Mensual – Sistema Fotovoltaico**



Fuente: Homer – Energy. 2016.

## Alternativa No. 2.

La segunda alternativa a considerar se compone de los siguientes elementos:

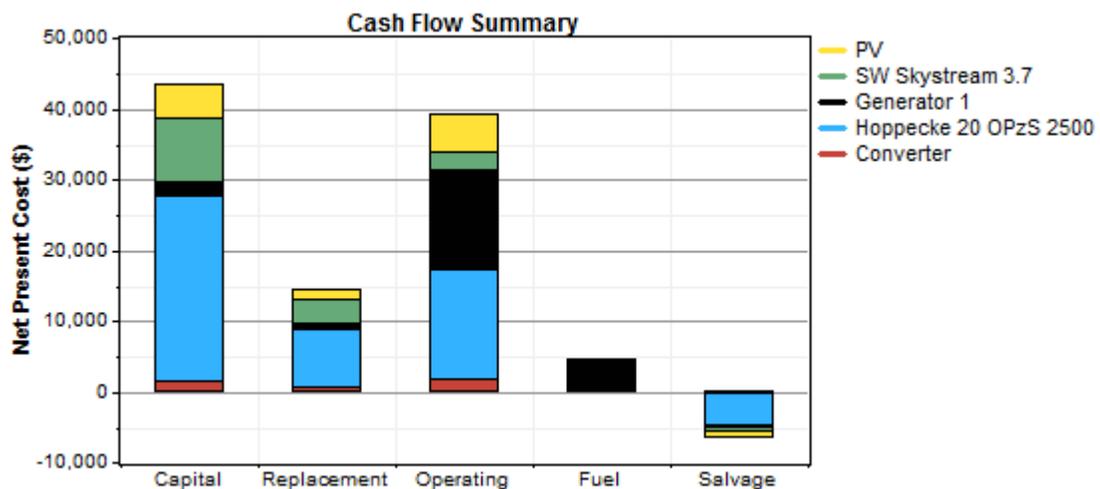
**Tabla 18. Componentes Alternativa No.2.**

Elemento	Capacidad
Wind turbine	1 SW Skystream 3.7
PV	2 kW
Battery	24 Hoppecke 20 OPzS 2500
Inverter	2.5 kW
Rectifier	2.5 kW
Generador	2 kW

Fuente: Homer – Energy. 2016.

En la siguiente figura y tabla, se puede ver el resumen de los costos para esta alternativa:

**Figura 26. Resumen Flujo de Capital Alternativa No. 1.**



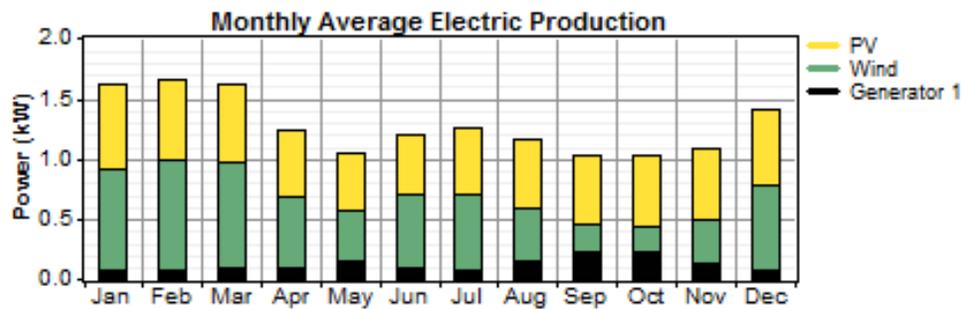
**Tabla 19. Costos Alternativa No. 1**

Costo	Valor
Capital Inicial	\$ 43.433
Costo Presente Neto	\$ 95.505
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.948/kWh
Costo anual de operación	\$ 4.073/y

Fuente: Homer – Energy. 2016.

Igualmente se analiza el nivel de producción eléctrica de los equipos a instalar, los módulos fotovoltaicos aportan el 46%, el 44% el aerogenerador y solo el 10% restante es aportado por el equipo electrógeno. La Figura 27 muestra el promedio de producción mensual del sistema:

**Figura 27. Promedio de Producción Eléctrica Mensual – Sistema Fotovoltaico**



Fuente: Homer – Energy. 2016.

## - Comparación de las Alternativas

La siguiente grafica muestra el resultado de optimización de las alternativas:

**Figura 28. Resultados de Optimización Alternativas Homer – C:E No. 14**

Sensitivity Results		Optimization Results														
Double click on a system below for simulation results.																Categorized
Warning	System	PV (kW)	S3.7	Label (kW)	H2500	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)			
		4		2	24	2.5	\$ 35,723	4,568	\$ 94,115	0.934	0.65	915	1,440			
		3	1	2	24	2.5	\$ 43,433	4,073	\$ 95,505	0.948	0.86	451	1,096			

Fuente: Homer Energy. 2016.

Bajo este escenario cualquiera de las dos alternativas puede servir para el suministrar la demanda de consumo de 22 kWh/día. La siguiente tabla muestra la comparación entre los costos de las alternativas analizadas:

**Tabla 20. Comparación de costos entre alternativas y escenarios**

	C.E. No. 14 Sede 8	
	Alternativa 1	Alternativa 2
Capital Inicial	\$ 35.723	\$ 43.433
Costo Presente Neto	\$ 94.115	\$ 95.505
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.934/kWh	\$ 0.948/kWh
Costo anual de operación	\$ 4568/y	\$ 4073/yr



Al comparar las dos alternativas, se puede observar que la alternativa 1, presenta un menor Costo Presente Neto y sería tentativamente la alternativa a seleccionar. Sin embargo se debe analizar otras variables relacionadas como el aporte energético de cada tecnología a instalar, bajo este supuesto, se escoge la Alternativa 2, dado que el equipo electrógeno solo aporta el 10% de electricidad necesaria para satisfacer la demanda del centro educativo.

## **5.2 RESUMEN DE LA ALTERNATIVA**

Como alternativa posible de solución al problema asociado a la deficiente oferta energética para el desarrollo de ambientes de formación agroecológica en los centros etnoeducativos se centrará en la instalación de las siguientes soluciones:

- 4 kWp (Solar Fotovoltaica – Diesel). C.E. No. 11
- 6,7 kWp (Solar Fotovoltaica – Eolica – Diesel). C.E. No. 14 Sede 8.

El montaje de estas sistemas de energización, se considera una alternativa de generación de energía eléctrica viable, dada su razonable inversión, su fidelidad y sostenibilidad. Igualmente se tiene pensado la adecuación de su respectiva granja escolar, teniendo en cuenta los productos que hacen parte de la dieta y cultura Wayuu. Se estima la dotación de 100 plantas de frijol guajiro, 220 Plantas de Patilla, 60 de Ahuyama, 40 árboles frutales y finalmente semillas para el cultivo de maíz.

Esta propuesta también incluye la instalación de un sistema de bombeo solar de 12.000 Lts/día, el riego tecnificado para 1 hectárea de terreno, la entrega de un componente avícola, la construcción de un aprisco y la dotación de sistemas autónomos para la potabilización del agua que se requiera consumir en cada centro educativo.

### **5.2.1. Disponibilidad a Pagar**

En reuniones previas establecidas con algunos miembros del consejo directivo, mostraron su interés por participar activamente en el proyecto y tienen toda la disponibilidad del caso para responder por los compromisos que se requiera para brindar las garantías de sostenibilidad del proyecto a largo plazo.



### **5.3. OBJETIVOS**

#### **5.3.1. General**

Implementar una granja integral sostenible en los centros etnoeducativos No. 11 y No. 14 ubicado en zona rural del Municipio de Riohacha.

#### **3.3.2 Específicos**

- ✓ Realizar el montaje de un sistema de generación energía para el desarrollo de las actividades académicas y el fomento de prácticas agroecológicas en la región.
- ✓ Optimizar el sistema para el suministro de agua y el consumo de la comunidad educativa.
- ✓ Capacitar a los beneficiarios en esquemas que permitan la administración adecuada de los recursos instalados.

## 5.4. IMPACTO ESPERADO

La siguiente tabla muestra los impactos positivos generados ante la posibilidad de instalar el sistema de generación híbrida para el suministro de energía eléctrica en los centros de educativos a intervenir:

**Tabla 21. Impactos Esperados**

Clase de Impacto	Subclase	Nivel de Incidencia	Indicador	Meta Esperada	Observaciones
<b>Científico y Tecnológico</b>	Participación del recurso humano de la organizaciones cooperantes en la ejecución	Alto	Número de Docentes Vinculados	2	Se aspira a que al menos (2) instructores técnicos participen como observador en el desarrollo del proyecto.
	Actividades de Divulgación y Transferencia Tecnológica		Numero de Aprendizices Sensibilizados	400	Ninguna
	Mejoramiento en la oferta de servicio tecnológicos		Número de Programas de formación técnica y tecnológica ofertados	1	Articulación de los programas con acciones de acompañamiento y visitas técnicas en la comunidad.
<b>Productividad y Competitividad</b>	Seguridad Alimentaria	Alto		Asegurar en un 80% los esquemas de seguridad alimentaria de la población estudiantil	Ninguna
	Estudiantes Vinculados		Cantidad de Estudiantes	200 Promotores Formado de prácticas agroecológica en la zona	Ninguno
	Transferencia de Experiencias		Número de Instituciones Vinculadas	Al menos dos instituciones o centros educativos vinculados.	Ninguno

## 5.5 ANALISIS DE RIESGOS

Según el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), el análisis de riesgo es el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un evento no deseado con una determinada severidad o consecuencias en la seguridad, salud, medio ambiente o bienestar público. A partir de este análisis, se deben establecer las medidas que permitan prevenir y mitigar dichos riesgos, para atender los eventos con la suficiente eficacia, minimizando los daños a la comunidad, al ambiente y recuperarse en el menor tiempo posible.

Para un adecuado análisis se debe considerar la naturaleza del riesgo, su facilidad de acceso o vía de contacto (posibilidad de exposición), las características del sector, la población expuesta (receptor), la posibilidad de que ocurra, la magnitud de exposición y sus consecuencias, para de esta manera, definir medidas que permitan minimizar los impactos que se puedan generar.

En concordancia con las medidas y acciones establecidas dentro del Plan Departamental de Gestión de Riesgo de la Guajira, relacionadas con la “valoración y calificación del riesgo en la subregión de la Media Guajira”<sup>9</sup>, la siguiente tabla muestra los posibles riesgos generados por el desarrollo de la actividad al interior de la población objetivo.

---

<sup>9</sup> Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo. Gobernación de la Guajira. Plan Departamental de Gestión de Riesgo. Calificación del Riesgo por Subregiones. Pág. 60.

**Tabla 22. Análisis de Riesgo según actividades del Proyecto**

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medida de Mitigación
<b>Caída de ramas sobre los componentes del sistema por tormentas eléctricas y huracanes.</b>	Poco Probable	La caída de ramas u otros elementos afectaría partes del sistema, suceso que impediría el normal funcionamiento del mismo.	Bajo	Mitigar la presencia de árboles en la zona de posible instalación de los equipos.
<b>Daño en los equipos eléctricos del sistema por la presencia de tormentas eléctricas.</b>	Poco Probable	Este riesgo es poco probable debido a la amenaza de tormentas eléctricas en la zona, dado la presencia continua de vientos alisios que propician un clima seco y semiárido.	Bajo	Instalación de un sistema polo tierra (Para Rayos) para el aislamiento y control de descargas eléctricas que provengan de las fuertes tormentas que puedan presentarse en la zona.
<b>Afectaciones a la estructura del sistema por objetos impulsados por el viento en vendavales.</b>	Poco Probable	Este riesgo afectaría partes del sistema, lo cual impediría el normal funcionamiento del servicio ofertado en cada centro de acopio.	Moderado	Construcción de rejillas para la retención de sólidos de gran tamaño al sistema.

En la zona se presenta diversos riesgos relacionados principalmente con las amenazas de vientos fuertes por los alisios que provienen del mar. Las inundaciones generalmente corresponden a procesos naturales de poca ocurrencia durante las épocas de invierno; por el aumento súbito de arroyos o escorrentías en la zona de incidencia del proyecto.

**Tabla 23. Análisis de Riesgo relacionado con el Entorno**

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medida de Mitigación
Líneas de conducción de redes eléctricas que estarían expuestas a la comunidad y representan un riesgo hacia esta.	Poco Probable	Caída de miniredes eléctricas que puedan afectar a la comunidad o transeúntes y recibir descargas eléctricas y además de esto pueden afectar la fauna presente por la zona.	Bajo	- Establecer señalización adecuada para restringir el acceso a los elementos eléctricos.
Contacto con los sistemas de almacenamiento de energía (Banco de Baterías).	Poco probable	Este riesgo es poco probable y se debe tener en cuenta la instalación de estos elementos en zonas debidamente delimitadas.	Alto	- Capacitar al personal, brindarle conocimientos hacia las normas de seguridad que deben cumplir al manipular estos equipos y su nivel de peligrosidad. - Señalizar la zona con imágenes que ayuden a la población a identificar las zonas y objetos de mayor peligrosidad. - Aislamiento y restricción del acceso a los emplazamientos donde se ubicará el banco de baterías.



## **5.6. CRONOGRAMA**

(Ver Archivo Adjunto – Documento Técnico – Hoja Cronograma Flujo de Fondos)

## **5.7. PRESUPUESTO**

(Ver Archivo Adjunto – Documento Técnico – Hoja Presupuesto).



## 6. BIBLIOGRAFIA

**ESTEVEZ, Natalia.** Energización de las zonas no Interconectadas a partir de las Energías Renovables Solar y Eólica. Universidad Pontificia Javeriana. Maestría en Gestión Ambiental 2011.

**FUNDACIÓN ALPINA, ALCALDÍA DE RIOHACHA, UNGRD.** Fortalecimiento de la Actividad Productiva Ovino – Caprina y de Producción Agrícola en las Comunidades Indígenas Wayuu afectadas por la Ola Invernal. Primera Edición. Bogotá. 2014

**GOBERNACION DE LA GUAJIRA.** Secretaria de Planeación Departamental. Plan de Desarrollo del Departamento de la Guajira. “La Guajira Primero”. (2012 – 2015).

**UPME.** Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia. Bogotá. 2011.

**Documento CREG 002 del 2014.** Metodología para Remunerar las Actividades de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en ZNI.

**UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO.** Gobernación de la Guajira. Plan Departamental de Gestión de Riesgo. Calificación del Riesgo por Subregiones.

**VAZQUEZ, Ricardo.** Desarrollo del Programa de I+D en Energías Renovables en el departamento de la Guajira. Secretaria de Planeación. Gobernación de la Guajira. 2013.

**VILLOTA, Jonathan.** Simulación de Sistemas Híbridos para la Generación de Energía Eléctrica en ZNI utilizando la Herramienta Computacional HOMER. Borrador Documento Guía. Bogotá. Abril del 2015.



## **Plan de Energización Rural Sostenible para el Departamento de la Guajira**

### **(PERS- Guajira)**

#### **Convenio Interinstitucional 0371 de 2013**

##### **SENA – REGIONAL GUAJIRA**

Linda Tromp Villarreal  
DIRECTORA

Carlos A. Robles Palomino  
SUBDIRECTOR CENTRO INDUSTRIAL Y DE ENERGIAS ALTERNATIVAS

Delfy Arroyo Álvarez  
COORDINADORA ADMINISTRATIVA - PERS GUAJIRA

##### **UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME)**

Jorge A. Valencia Marín  
DIRECTOR GENERAL

Sandra Lisette Mojica  
JEFE OFICINA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE FONDOS

Cesar H. Sotelo Sánchez  
Profesional Especializado  
OFICINA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE FONDOS

##### **CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA (CORPOGUAJIRA)**

Luis M. Medina Toro  
DIRECTOR

Fare Romero  
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

##### **MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES**

Maria Ángela Holguin  
MINISTRA DE RELACIONES EXTERIORES

Olga Leandra Rey  
ASESORA NACIONAL DE ENERGÍA

##### **TETRATECH**

Jose Eddy Torres

Gerardo Chavez

Juan Quiroga

