



# **Energía alternativa de las comunidades miskitas de Wawa Bar y Karata, RAAN, Nicaragua**



**Bilwi, Noviembre 2011**

## **Equipo de estudio**

### **Investigadores URACCAN Recinto Bilwi:**

Enrique Cordón  
Noé Guadamuz  
Silvio Saballos

### **Edición:**

Fredy Leonel Valiente Contreras

### **Fotografías:**

Archivos del Recinto Bilwi

### **Portada, diseño y diagramación:**

Eysner Alfonso García Hernández  
Moisés Matute

### **Investigación y publicación:**

Esta investigación y su publicación conto con el auspicio de OXFAM Gran Bretaña



# Índice

<b>Resumen ejecutivo</b>	5
<b>Introducción</b>	6
<b>Objetivos</b>	7
<b>Metodología</b>	7
<b>Marco referencial</b>	7
Energía solar	8
Energía eólica	8
<b>Generalidades de la comunidad de karata</b>	9
Origen y ubicación	9
Aspectos sociales	9
Sistema organizativo comunal	9
Sistema productivo	10
Uso de energía y demanda	10
<b>Generalidades de la comunidad de Wawa Bar</b>	11
Origen y ubicación	11
Aspectos sociales	11
Sistema organizativo comunal	11
Sistema productivo	12
Uso de energía y demanda	12
<b>Aspectos ambientales de las comunidades de wawa y karata</b>	13
Clima	13
Suelos	13
Hidrología	13
Ecosistemas	13
Humedales	14
Manglares	14
<b>Aspectos económico productivo de Wawa y Karata</b>	15
La pesca tradicional	15
Aperos de pescas utilizadas	15
Principales especies de captura	16
Precios de mercado	16
Tecnología de conservación	17
<b>Percepción comunitaria sobre el uso de energía alternativa (solar y eólica)</b>	17
Percepción	17
Uso y fuentes de energía en ambas comunidades	17
Nivel de aceptación y/o rechazo a proyectos de energía alternativa	18
<b>Evaluación del recurso eólico sector de Wawa Bar y karata</b>	19
Velocidad del viento	19
Dirección del viento	20
<b>Evaluación de la energía solar fotovoltaica sector de Wawa Bar y karata</b>	21
Evaluación del brillo solar	21
<b>Beneficios de la energía eólica y solar para ambas comunidades</b>	23
Beneficios económicos	23
Beneficios ambientales	23
Beneficios sociales	23
<b>Propuesta de seguimiento de estudios</b>	24
<b>Conclusiones</b>	25
<b>Recomendaciones</b>	26
<b>Lista de referencia</b>	26
<b>Anexos</b>	27

## Presentación

La Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua (URACCAN) y OXFAM Gran Bretaña, presentan un análisis general del potencial de energías alternativas, con enfoque en la solar y eólica de las comunidades indígenas miskitas de Wawa Bar y Karatá. Ambas comunidades concentran sus actividades productivas en la pesca tradicional de escamas y camarones y dependen mucho de los combustibles fósiles (gasolina y diesel) para la conserva de sus productos y el traslado a los mercados locales, a pesar de que no disponen de energía eléctrica.

Es de considerar que los altos costos del petróleo, la crisis alimentaria y el cambio climático se han convertido en males mundiales que han impactado con mayor fuerza en los sistemas de vida de las poblaciones más pobres, como es el caso de las comunidades indígenas. Por ello, el compromiso de URACCAN y OXFAM es contribuir al cambio de esta tendencia, por el uso de otro tipo de energías, como es el caso de las energías renovables, responsables y solidarias, sobre la base de la valoración de su potencial existente.

Actualmente crece la importancia de los sistemas energéticos alternativos en áreas rurales gracias a las buenas experiencias ocurridas y aceptación en la vida doméstica y productiva de grupos locales, muchas están repercutiendo significativamente en el desarrollo rural. De todas formas, hace falta más información del potencial y las limitaciones de esas aplicaciones en el aspecto local.

Se pretende que los resultados de este estudio, sobre la percepción comunitaria y el potencial de energía eólica y solar de las comunidades de Karata y Wawa Bar, trasciendan a corto plazo en políticas regionales de desarrollo del tema de energía renovable en las comunidades costeñas, y que cumplan con las aspiraciones y realidades de las comunidades costeñas. Finalmente esperamos que este informe contribuya a procesos de armonizar y enfocar capacidades y posibilidades de cooperación y alianza en el marco de las energías renovables con enfoque comunitario y responsabilidad compartida.

## Resumen ejecutivo

El propósito del estudio es presentar un análisis general del potencial de energías alternativas, con enfoque en la solar y eólica de las comunidades indígenas miskitas de Wawa Bar y Karata. Particularmente se busca conocer el uso comunitario de fuentes energéticas, la percepción local de las energías alternativas, las alternativas energéticas comunitarias, obtener y analizar la data de viento en la RAAN<sup>1</sup>, según registros del Ministerio de Energías y Minas (MEM)<sup>2</sup>, y proponer formas alternativas que contribuyan a mejorar las condiciones y oportunidades de vida de las poblaciones más vulnerables.

Para la recopilación de la información se desarrolló un taller con grupos focales y entrevistas en cada comunidad, lo cual permitió conocer su sistema de vida comunal, sistema productivo, la demanda de energía, la percepción del uso de energía alternativa y posibilidades de desarrollar un programa comunitario de uso de energía alternativa. Para el análisis del potencial eólico y solar se utilizaron datos obtenidos de la estación meteorológica de la ciudad de Bilwi ubicada en los predios del aeropuerto. Se evaluó un período de seis años (2000-2005).

Los principales resultados reflejan que Wawa Bar y Karata son comunidades que no disponen del servicio de energía eléctrica, y la base de sus fuentes de energía son: la leña para preparar la alimentación, las candelas para el alumbrado del hogar, baterías secas para focos y radios y unos pocos utilizan pequeños generadores de gasolina.

Ambas comunidades concentran sus actividades productivas en la pesca tradicional de escamas y camarón y dependen mucho del enhielado de sus productos, por lo que deben disponer entre 3-5 quintales de hielo semanalmente para la conserva de sus productos.

En cuanto al potencial eólico, el análisis realizado de los datos para el sector del litoral de Bilwi (abarcando las comunidades de Karata y Wawa Bar), manifiestan que la velocidad del viento presenta promedios en el rango de 3-5 m/s. Valorando que en estas comunidades es viable la instalación de turbinas eólicas pequeñas y medianas de hasta 250 kW cada una. De acuerdo a las condiciones de acceso y demanda energética,

este valor es relativamente bueno, considerando que la demanda energética promedio en ambas comunidades es de 7000-9000 kW/hora/mes. De igual manera la rosa de viento indica que la dirección predominante durante la mayor parte del año es el este. Sin embargo, en los meses de octubre a febrero la dirección se distribuye en el Norte, Noreste y Este. Es un dato importante a considerar para el establecimiento de un sistema de energía eólica. En el caso del potencial solar, el área de estudio recibe un promedio anual de siete horas sol por día, existiendo picos en los meses de marzo y abril con 9 horas por día. Este valor constata el alto potencial que presenta la zona para desarrollar un sistema de energía solar fotovoltaica.

El MEM (2007) realizó cálculos de la radiación solar en el país obteniendo un valor medio de la radiación global en Nicaragua de 5.5 kWh/m<sup>2</sup> por día, en cambio en la región del Atlántico se obtienen valores de 4.5 kWh/m<sup>2</sup> por día. El valor medio del brillo solar para el mismo período oscila entre 4.2 h/día en la región del Atlántico hasta 7.2 h/día en la región del Pacífico del país.

A pesar de que los resultados preliminares visualizan un alto potencial de energía eólica y solar en ambas comunidades, es recomendable profundizar en sus estudios en cada comunidad, para lo cual se deben de instalar equipos de medición eólica (anemómetros y veletas) y brillo solar (heliofanógrafo). Esto nos permitirá disponer de conclusiones más acertadas del potencial de cada sitio.

Desarrollar un estudio longitudinal del potencial eólico y solar en ambas comunidades es viable, considerando el interés mostrado por los comunitarios y la anuencia de participar del estudio, por medio del cuido, protección y mantenimiento de los equipos, así como en la recopilación periódica de la información.

Este estudio es un esfuerzo de la URACCAN y OXFAM Gran Bretaña, con el fin de enfocar sus capacidades y posibilidades de cooperación y alianza en el marco de las energías renovables con enfoque comunitario y responsabilidad compartida.

<sup>1</sup> Región Autónoma del Atlántico Norte

<sup>2</sup> Ministerio de Energía y Minas

## Introducción

La energía es importante para satisfacer las necesidades humanas básicas y suministrar los servicios fundamentales, se utiliza para cocinar, proporcionar agua, luz eléctrica, servicios de salud, comunicaciones y la educación. También es un elemento vital para mejorar la producción rural y la seguridad alimentaria mediante la preparación de las tierras, su fertilización, para el riego, la industria agropecuaria, la conservación de la producción y el transporte.

Las tecnologías de energías renovables a pequeña escala, presentan una alternativa económica y ambiental factible para la provisión de energía a comunidades rurales remotas y para la expansión de la capacidad eléctrica instalada, ya sea por medio de sistemas aislados o por proyectos conectados a la red eléctrica. La región centroamericana cuenta con suficientes recursos para desarrollar sistemas hidráulicos, solares, eólicos y de biomasa, principalmente. Sin embargo, existen barreras que dificultan un mayor desarrollo de este tipo de energía: la falta de conocimiento de las tecnologías y las capacidades institucionales y técnicas aún incipientes (BUN-CA, 2002).

En la elaboración del Plan Estratégico del Sector Energético en Nicaragua 2007-2017 del MEM, se realizó la evaluación de las fuentes y potencial de energía renovables en el país concluyendo que ha sido escaso el aprovechamiento del potencial energético del país, estimado actualmente en tan solo 5.5 % del potencial hidroeléctrico, 2.7 % del potencial geotérmico, y poco aprovechamiento del potencial solar (uso de paneles fotovoltaicos en zonas rurales aisladas) y eólico (algunas aplicaciones en áreas rurales) (MARENA, 2009).

En la Costa Caribe existe un gran potencial para el uso de energías renovables, que hasta la fecha ha sido poco aprovechada. Grigsby (2010), en su artículo "La aventura de producir energía azul en el Caribe" manifiesta que en Bluefields BlueEnergy<sup>3</sup> saca provecho del sol y del viento: apuesta principalmente a los molinos eólicos y a los paneles solares. No apuestan a pequeñas hidroeléctricas por que no existe la altura suficiente (energía potencial de gravedad) en los cuerpos de agua de la mayoría de las comunidades de la costa Caribe y, por eso, esas aguas no tienen corrientes fuertes.

Condiciones similares presentan las comunidades de Karata y Wawa Bar que cuentan con abundante recurso hídrico, pero no presentan potencial para la generación de energía, debido principalmente al relieve plano que presenta la zona (llanura del Atlántico). Sin embargo, el potencial que se observa para ambas comunidades es la generación de energía eólica y solar fotovoltaica. Lo cual hace necesario el estudio del potencial de ambos recursos. La energía solar en los últimos años ha desarrollado un avance importante en el sistema de electrificación de hogares, permitiendo el uso de lámparas, focos, televisores, donde se utilizan inversores de corriente de 12VCC a 120VCA permitiendo utilizar televisores, DVD, licuadoras, computadoras, y muchos accesorios más, como también la electrificación de centros de salud, escuelas, el uso de Internet en la educación de los niños, refrigeradores para vacunas, equipos de comunicación, bombas y purificadores de agua, entre las cosas que se conocen.

De la misma forma con la energía eólica, el ser humano ha utilizado de diversas maneras a lo largo de su historia: barcos a vela, molinos, extracción de agua de pozos subterráneos. Esta energía cinética se transforma, mediante un generador, en energía eléctrica.

En base al análisis de los problemas de falta de acceso de energía alternativa y con el propósito expreso de contribuir a la reducción de la pobreza, responder a las necesidades de energía barata, limpia y sustentable en nuestros tiempos y promover iniciativas alternativas de desarrollo de las familias indígenas y campesinas, se pretende identificar alternativas y potencialidades de energía solar y eólica para su uso en actividades económico - productivas, en comunidades indígenas de la RAAN.

Razones por la cual, se toma como referencia de estudio las comunidades de Karatá y Wawa Bar. Cabe mencionar que al momento de realizar la consulta a la población comunal, estos se inclinan por la energía eólica o solar como alternativa de solución a sus demandas energéticas.

<sup>3</sup> ONG dedicada a las energías renovables.

## Objetivos

Aportar al análisis del potencial y manejo de energía alternativa (solar y eólica), de las comunidades indígenas de Karata y Wawa Bar, que contribuyan a la toma de decisiones sobre su uso para mejorar las condiciones y las oportunidades de vida de sus pobladores, de igual manera que los resultados sirvan de base para otras poblaciones vulnerables de la Costa Caribe en la RAAN.

### Específicos

- Investigar los usos de energía y percepción comunitaria de las energías alternativas de los pobladores de Wawa Bar y Karata.
- Analizar la data de viento en la RAAN, según registros del MEM, para su potencial energético.
- Proponer formas alternativas que contribuyan a la mejora de las condiciones generarles de vida de la población comunitaria.

## Metodología

Para el inicio del estudio se hizo una primera visita a las comunidades de Wawa Bar y Karata, con el fin de presentar la idea e importancia del estudio a los líderes comunales. La presentación se hizo en la lengua materna (miskitu), utilizando un lenguaje sencillo y claro. Posteriormente se procedió a identificar y seleccionar a los participantes de los grupos focales y elaborar una lista con ellos.

La información recopilada en los talleres con grupos focales de cada comunidad, permitió conocer su sistema de vida comunal, sistema productivo, la demanda de energía, la percepción del uso de energía alternativa y posibilidades de desarrollar un programa comunitario de uso de energía alternativa.

De igual manera, la información de los talleres se complementó con entrevistas dirigidas a actores claves de la comunidad (juez, síndico, líderes del territorio), con el fin de consolidar la información.

Se realizó la observación de la comunidad a través de un recorrido, con el fin de verificar la ubicación geográfica de ambas comunidades, potencial de energía alternativa y acciones de uso de energía.

Para el análisis del potencial eólico en ambas comunidades se utilizaron datos obtenidos de la estación meteorológica de la ciudad de Bilwi ubicada en los predios del aeropuerto. El equipo empleado para medir el viento consta de un anemómetro y una veleta; el anemómetro se encuentra a 10 m de altura. El sitio en sus alrededores presenta vegetación (árboles) con alturas entre 4-6 metros y viviendas. Cabe mencionar que estos son los únicos datos disponibles de la zona de estudio.

Para el procesamiento de los datos se construyó una base de datos con seis años de medición (2000-2005), se aplicó la estadística descriptiva para determinar la media mensual y anual y desviación estándar de la velocidad. Los cálculos y gráficos se realizaron utilizando el programa Excel de Microsoft office.

Para el análisis del potencial de energía solar, se hizo a partir de los datos de la estación meteorológica de Bilwi, medidos a través del heliofanógrafo, el cual mide el brillo solar diario. Se evaluó un período de seis años (2000-2005) aplicando la estadística descriptiva para el procesamiento.

## Marco referencial

Las energías alternativas, son aquellas que provienen de fuentes no convencionales y que presentan una opción ante las energías tradicionales, es decir la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas). Están presentes de forma potencial en la naturaleza y que permiten su aprovechamiento mediante algunas técnicas de adaptación pero sin necesidad de ser repuestas continuamente y, por tanto, con unas posibilidades de utilización prácticamente ilimitadas. El fundamento último de todas las energías renovables es el efecto térmico del sol que da lugar a la generación de la materia orgánica, el viento, la lluvia, o el calor, cuyo aprovechamiento energético constituye a su vez la base de las energías conocidas como biomasa, eólica, hidráulica y solar. La energía geotérmica participa de las características de varias de las anteriores energías.

Basado en las observaciones logradas en las comunidades de Karata y Wawa Bar sobre su ubicación geográfica, así como la percepción de interés de los comunitarios en las energías renovables, nos enfocaremos en la energía solar y eólica.



## Energía solar

Consiste en el aprovechamiento de los rayos del sol mediante captadores o colectores, para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire. El aprovechamiento de la energía solar se basa en captarla para transformarla en calor, electricidad o biomasa. Nicaragua es un país privilegiado por sus horas de insolación, lo que ha facilitado que ésta sea una de las energías renovables que más desarrollo ha experimentando en los últimos años.

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica. La energía solar fotovoltaica se utiliza para hacer funcionar lámparas eléctricas, para iluminación o para hacer funcionar radios, televisores y otros electrodomésticos de bajo consumo energético, generalmente, en aquellos lugares donde no existe acceso a la red eléctrica convencional (BUN-CA, 2002).

**La energía solar presenta varias ventajas, entre las cuales se pueden destacar las siguientes:**

- El área de América Central dispone de abundante radiación solar.
- La tecnología fotovoltaica permite soluciones modulares y autónomas.
- Los sistemas tienen una vida útil larga (más de 20 años).
- El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es sencillo y tiene costos muy bajos.
- La instalación de los sistemas fotovoltaicos individuales es simple, rápida y solo requiere de herramientas y equipos de medición básicos.

**Como toda fuente de energía, la solar fotovoltaica tiene sus desventajas también:**

- La inversión inicial es alta con respecto de la capacidad de pago de una gran mayoría de las familias rurales.
- La cantidad de energía producida es limitada y alcanza solamente para las necesidades básicas de electricidad.
- La disponibilidad de energía es variable y depende de las condiciones atmosféricas.

## Energía eólica

La energía eólica es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la fuerza del viento (energía cinética) en energía eléctrica. Tiene su origen en la solar, más específicamente en el calentamiento diferencial de masas de aire por el sol, ya sea por diferencias de latitud (vientos globales) o el terreno (mar-tierra o vientos locales). Las diferencias de radiación entre distintos puntos de la tierra generan diversas áreas térmicas y los desequilibrios de temperatura provocan cambios de densidad en las masas de aire que se traducen en variaciones de presión (BUN-CA, 2002).

**La energía eólica presenta varias ventajas, entre las cuales se destacan las siguientes:**

- Su impacto al medio ambiente es mínimo; no emite sustancias tóxicas o gases, por lo que no causa contaminación del aire, el agua y el suelo, y no contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global.
- El viento es una fuente de energía inagotable y abundante.
- En comparación con otras tecnologías aplicadas para electrificación rural, la operación de un sistema eólico es barata y simple.

**Como toda fuente de energía, la eólica tiene sus desventajas también:**

- La variabilidad del viento.
- El alto costo inicial.
- La cantidad de viento; es una opción factible y rentable solo en sitios con suficiente viento.
- Requiere de algunas condiciones de acceso e infraestructura para poder realizar su emplazamiento.
- El impacto visual; la instalación de generadores eólicos puede producir una alteración sobre el paisaje.
- El impacto ambiental; la contaminación por ruido, daños a la fauna (en aves sobre todo) son algunos elementos que se deben considerar.



# Generalidades de la comunidad de karata

## Origen y ubicación

La historia oral de la comunidad de Karata, cuenta que entre el período de 1830 -1835, aproximadamente se percibe la llegada de los primeros pobladores al punto donde se ubica actualmente la comunidad, que se supone penetraron por la barra de Wawa Bar y se ubicaron en la punta, conocido como Tawan. Según el anciano Osly, Karata era considerado como un lugar para acampar de tempestades y de descanso de largos viajes de muchos viajeros.

Karata corresponde al municipio de Puerto Cabezas, dista a 10 kilómetros, sur oeste de la ciudad de Bilwi. Su área comunal es de aproximadamente 1 Km<sup>2</sup>. Sus límites son: al norte la ciudad de Bilwi, al sur la comunidad de Wawa Bar, al este el mar Caribe y al oeste la comunidad de Kligna. Se ubica en el litoral norte a un kilometro de la franja de playa y sobre la barra de Wawa, propiamente en la boca de la laguna del mismo nombre. Esta ubicación hace que reciba las corrientes de agua de los cambios de mareas y de vientos que circulan de las playas. Esta característica geográfica hace que la laguna sea muy productiva y sea el bien más importante de sobrevivencia diaria de la mayoría de la población comunitaria.

## Aspectos sociales

La comunidad de Karata, se conforma por 125 familias de la etnia miskita, conglomerada por 749 personas. Las familias están conformadas en promedio por 6 personas. Existen 76 casas, que conforman 1.64 familias y 9.85 personas por casa.

En cuanto a la religión, solamente existe la religión Morava. Esto se debe a que la iglesia Morava ha sido la más representativa en las comunidades indígenas de la RAAN durante los últimos 100 años. De igual manera, ellos fueron los que apoyaron la construcción de la primera iglesia en la comunidad.

Asimismo, existe únicamente una escuela primaria con 120 niños y niñas. Una mínima parte de jóvenes (24) después de la primaria son favorecidos con programas de becas en la ciudad de Bilwi por medio de convenios establecidos por el gobierno territorial indígena de Karata.

Cuentan con un puesto de salud atendido por enfermeras, pero la escasez de medicamento es alta, por lo que los comunitarios optan por buscar alivio en el hospital y centro de salud de Bilwi.

Cabe mencionar que las cercanías en que están la comunidad de Karata con la ciudad de Bilwi (10 km), hace que mantengan una comunicación diaria y generalmente así satisfacen sus necesidades básicas de salud y educación en esta ciudad.

La vida diaria y productiva del 90% de la población se basa en la pesca artesanal de escamas y camarón.

## Sistema organizativo comunal

La constitución Política de la República de Nicaragua reconoce a los territorios y comunidades indígenas en las Regiones Autónomas como sujetos colectivos de derecho. También se les reconoce sus órganos de administración de gobierno comunal y territorial, así como algunas competencias de administración de recursos naturales, ordenamiento territorial y planificación del desarrollo.

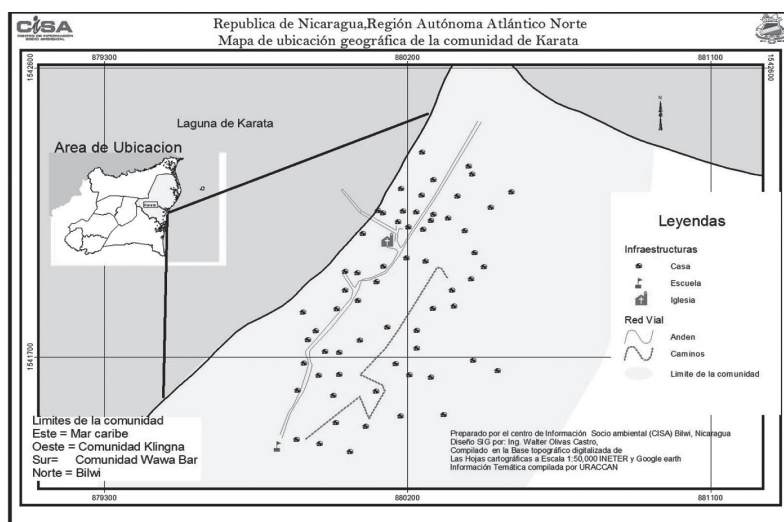


Figura No. 1. Mapa de ubicación de la comunidad de Karata

En este sentido, la comunidad de Karata por décadas ha definido su propia estructura de toma de decisiones (junta directiva). Poseen dirigentes y líderes comunales, los primeros son electos de forma participativa en asamblea comunal<sup>4</sup>, mientras que los líderes, se ganan un estatus, según su influencia económica, familiar o trayectoria de trabajo y responsabilidad dentro de la comunidad.

Cuadro No. 1. Junta directiva actual de la comunidad de Karata.

<b>Juez</b>	Justo Flores
<b>Sindico</b>	Ronald Whitigham
<b>Ancianos</b>	Delman Richinal, Vidal Boden, Lenard McDonal y Gilberto Córdoba
<b>Reverendo</b>	Talton Allen

La definición de acciones comunitarias tales como: la gestión comunitaria, el aprovechamiento de los recursos naturales, la implementación de proyectos de desarrollo comunitario o el desarrollo de estudios, debe de pasar por la aprobación de esta junta directiva, la cual hace su proceso de consulta con la asamblea comunal.

## Sistema productivo

El 90% de las familias (113) se dedican a la pesca artesanal de escamas y camarón en la laguna de Karata. Actualmente, la comunidad cuenta con 7 centros de acopio y 45 embarcaciones de distintos tipos sobresaliendo los cayucos (canoas con remos).

La actividad pesquera se realiza diariamente en grupos de 2-4 personas, generalmente miembros de una misma familia, logrando obtener de 40-60 libras de escamas por faena de pesca. La producción obtenida primeramente es trasladada a la comunidad y se conserva en termos con hielo por dos o tres días, hasta que se acopia suficiente producto para su traslado a la ciudad de Bilwi.

La principal limitante del sistema productivo son los altos precios del combustible (altos costos del transporte de sus productos) y la falta de hielo para la conserva de sus productos, pues ambos son traídos desde la ciudad de Bilwi. Por lo que un proyecto de energía alternativa podría solventar en su totalidad o en parte la demanda de energía para la producción de hielo.

## Uso de energía y demanda

A inicios del año 2000 la comunidad de Karata fue beneficiada con la instalación del servicio de energía eléctrica, sin embargo, cinco años después, el sistema no fue sostenible, debido a la poca participación de todos los comunitarios para el mantenimiento de la planta generadora y por los altos costos del combustible. Actualmente la comunidad cuenta con las líneas de tendido eléctrico (cables) en buen estado, sin embargo no disponen de una planta generadora de energía.

El consumo de energía en una casa con las mínimas condiciones era de 50 kW/hora/mes, y un máximo de 150 kW/hora/mes dando así un promedio de 100 kW/hora/mes, si a esta relación la multiplicamos por el total de 76 casas que existen en la comunidad, obtendríamos un consumo promedio de la comunidad de 7,600 kW/hora/mes.

Por ahora, la mayoría de los hogares se alumbran por las noches con lámparas o candiles. Cerca de 12 familias cuentan con generadores pequeños para el alumbrado de sus hogares, de dos a tres horas diarias. Al parecer los comunitarios se acostumbraron a este sistema de vida. En el caso de la conservación de la producción diaria (pesca), resuelven con la compra de 3-5 quintales de hielo cada 3-4 días que viajan a la ciudad de Bilwi.

A manera de resumen, la comunidad de Karata aun funciona bajo principios tradicionales de vida, en donde los recursos locales tienen un gran valor de uso, al parecer las necesidades de energía eléctrica no se consideran de gran relevancia, ya que totalmente no disponen de ella y no se ve interés de parte de la población comunitaria por restablecer el servicio de energía que tuvieron años atrás.

Por su ubicación geográfica frente a la extensa laguna y libre de interferencias naturales, podría ser beneficiada por algún programa de energía alternativa. Los sistemas de energía alternativa ya sean solares o eólicos, por la flexibilidad de su aplicación, representan una gran oportunidad para que proporcione "paquetes" de servicios en zonas comunales apartadas como es el caso de Karata, por ejemplo para los servicios de salud, educación, comunicaciones y luz eléctrica, así como para la conserva de sus productos derivado de la pesca diaria.

<sup>4</sup> Conformada por todos los habitantes de la comunidad, que participan en las reuniones comunales.

# Generalidades de la comunidad de Wawa Bar

## Origen y ubicación

La historia oral transmitida de generación a generación, refiere que la comunidad de Wawa Bar fue una de las primeras comunidades formadas, y antes de la comunidad de Karata. Fue titulada por la Comisión Tituladora de la Mosquitia, entre 1915 y 1920, el territorio de Wawa River recibe su título por la comisión el 29 de marzo de 1917 de la cual se designa 2.500 hectáreas para la agricultura y 10.000 hectáreas para la ganadería.

Actualmente la comunidad Wawa Bar se ubica en el municipio de Puerto Cabezas, dista a 12 kilómetros de la ciudad de Bilwi, en las coordenadas 13°52'35" de latitud norte y 83°22'39 de longitud oeste. El área comunal es de aproximadamente 800 metros de norte a sur y 1,500 metros de este hacia oeste, ubicándose al sur de la ciudad de Bilwi, sede central del Consejo y Gobierno regional de la RAAN.

Sus límites son: al norte la ciudad de Bilwi, al sur la comunidad de Haulover, al este el mar Caribe, y al oeste la comunidad de Karata.

## Aspectos sociales

La comunidad de Wawa Bar, está formada por 420 familias de la etnia miskita conglomerada por 1,860 personas. Las familias comunitarias, están compuestas por 4.43 personas. Asimismo cuenta con 270 casas, que conforman 1.55 familias y 6.8 personas por casa.

La religión como fuente de formación y unidad dentro de la cultura comunitaria, presenta el siguiente comportamiento. Existen tres religiones con sus respectivas iglesias: Morava, Iglesia de Dios y Adventista. El mayor número de fieles lo presenta la Iglesia Morava. En el campo de la educación, esta comunidad presenta un nivel de escolaridad intermedio, que llega hasta el nivel de plan básico (tercer año).

En el aspecto de salud, cuentan con un puesto de salud atendido por enfermeras, pero la escasez de medicamento obliga a los comunitarios a buscar alivio en el hospital y centro de salud de Bilwi. El 100% de la población comunitaria está inmersa en la pesca artesanal de escamas y camarón,

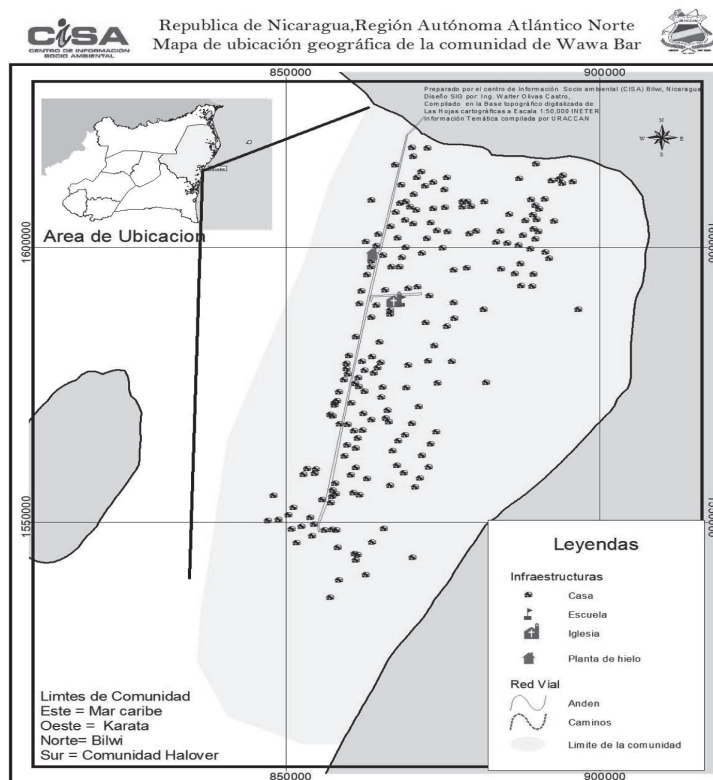


Figura No. 2. Mapa de ubicación de Wawa Bar

participando en cualquiera de los eslabones de la cadena productiva.

## Sistema organizativo comunal

El aspecto organizativo es similar al de la comunidad de Karata. Una de las mayores limitantes de las estructuras de gobernanza, es la poca participación de las mujeres, aunque se reconoce las importantes labores que realizan algunas de ellas, tales como las parteras<sup>5</sup>. Sin embargo, últimamente se ha visto un avance al respecto, las mujeres se han organizado para algunas actividades dentro de la comunidad.

Cuadro No. 2. Junta directiva actual de la comunidad de Wawa Bar.

<b>Juez</b>	Wilfredo Allen
<b>Sindico</b>	Larry Hansak
<b>Ancianos</b>	Winston Joseph, Daniel Henríquez, David Ignacio, Gilberto Gamboa
<b>Reverendo</b>	Richard Méndez

<sup>5</sup> Mujeres que brindan atención pre y post natal.

## Sistema productivo

Toda la población comunal se dedica a las actividades de pesca artesanal de escamas y camarón, donde la actividad pesquera se concentra sobre todo en la pesca de playa y en la laguna de Wounta que comparte con las comunidades de Wounta, Laya Siksa, Walpa Siksa y Haulover. Actualmente, la comunidad cuenta once centros de acopio, asimismo cuentan con 61 embarcaciones de distintos tipos sobresaliendo los cayucos (canoas con remos), seguido de pequeñas embarcaciones de fibra de vidrio con motores fuera de borda de baja a media potencia.

La actividad pesquera se realiza diariamente en grupos de 2-4 personas, generalmente miembros de una misma familia, logrando obtener de 80-100 libras de escamas por faena de pesca. La producción es trasladada a la comunidad y se conserva en termos con hielo por dos o tres días, hasta la acumulación del producto para el traslado a la ciudad de Bilwi.

La principal limitante del sistema productivo son los altos precios del combustible y la falta de hielo, ambos son traídos de la ciudad de Bilwi. A pesar de que existe una pequeña planta productora de hielo que fue donada por la FAO con capacidad para producir una tonelada de hielo por 24 horas de trabajo, ésta no ha respondido a la demanda comunal, debido a que actualmente logran producir alrededor de 200 libras de hielo; los comunitarios aducen que esta situación se debe a fallas técnicas de la misma.



Figura No. 3. Equipos de pesca en la comunidad de Wawa Bar.

## Uso de energía y demanda

A inicios de la década del año 2000, la comunidad de Wawa Bar también fue beneficiada con la instalación del servicio de energía eléctrica (planta y tendido eléctrico), sin embargo, cinco años después, el sistema no fue sostenible.

Los problemas son similares a los de la comunidad de Karata, siendo poca participación de todos los comunitarios para el mantenimiento del sistema, altos costos del combustible y su traslado. Actualmente la comunidad cuenta con su tendido eléctrico en buen estado, sin embargo no disponen de una planta generadora de energía.

Por ahora, la mayoría de los hogares se alumbran por las noches con lámparas, candiles o velas. Sin embargo, cerca de 40 familias cuentan con generadores pequeños usados únicamente para el alumbrado de sus hogares (2-3 horas diarias), así también, tres hogares poseen paneles solares en su vivienda abasteciéndolos de energía para las necesidades energéticas básicas (lámparas).

De igual manera, al parece los comunitarios se acostumbraron a este sistema de vida. En el caso de la conservación de la producción diaria (pesca), resuelven con la compra de 3-5 quintales de hielo cada 3-4 días que viajan a la ciudad de Bilwi.

Según la consulta con el gerente de la empresa generadora de energía del municipio de Puerto Cabezas, (ENEL), en la comunidad de Wawa Bar, el consumo por casa con las mínimas condiciones era de 50 kW/hora/mes, y un máximo

de 150 kW/hora/mes dando así un promedio de 100 kW/hora/mes. Si a esta relación la multiplicamos por el total de 270 casas que existen en la comunidad, obtendríamos un consumo promedio comunal de 27,000 kW/hora/mes.

A manera de resumen, la comunidad de Wawa Bar, es una comunidad de mayor tamaño, población y producción que Karata, sin embargo, su sistema de vida social y productiva son similares.



Los pescadores se refirieron al uso de la energía eléctrica para la producción de hielo utilizado en la conserva del producto, en cambio las amas de casa se refirieron al uso doméstico de la energía eléctrica por ejemplo para las tareas educativas y estudio de sus hijos, ya que las lámparas de kerosén generan mucho humo. En ambos casos la energía alternativa podría aliviar el problema energético planteado. Por otro lado, la seguridad del mercado y los altos precios de las escamas y camarón, podrían garantizar la inversión para

la implementación de un sistema de energía alternativa familiar.

La ubicación de la comunidad de Wawa sobre la franja costera, frente al mar, hace que reciba fuertes ráfagas de viento y abundante luz solar, por lo que parece ser factible el uso de formas de energía alternativa. Sin embargo, se requieren de estudios específicos del potencial de ambos recursos.

---

## Aspectos ambientales de las comunidades de wawa y karata

Considerando que la comunidad de Karata y Wawa Bar son comunidades vecinas que distan a un 1.5 kilómetros, los datos biofísicos y edafoclimáticas corresponden a ambos sitios.

### Clima

Según la estación meteorológica de Puerto Cabezas, ubicada en el aeropuerto, las precipitaciones en el área de estudio asilan entre 2,500-3,300 mm anuales, con una media anual de 2,740 mm. Existen dos estaciones al año: la estación lluviosa, que ocurre de mayo - enero, en donde las mayores precipitaciones se dan en el mes de julio y la estación seca que se presenta de febrero a abril.

La temperatura oscila entre 25-28°C aunque durante la estación seca puede ascender hasta los 34°C y en el mes de diciembre se ha registrado descensos de hasta 16°C (Rodríguez et al. 2000).

### Suelos

La franja costanera con los sistemas de lagunas frente a los Cayos Miskitos posee suelos de poca pendiente (menos de 5%) de los órdenes Entisoles (62%) y Ultisoles (35%). En las márgenes de las lagunas costeras y desembocaduras de caños y ríos existen abundantes manglares. Son suelos con poco desarrollo genético en la etapa de reciente formación y presenta hidromorfismo, que inhiben significativamente el proceso de desarrollo, su topografía es de plana a suavemente ondulada con un buen drenaje superficial y la fertilidad en gran proporción del área es muy baja y en solo una pequeña proporción es baja.

### Hidrología

El sistema hidrológico de la laguna de Karata y Haulover es complejo, ya que son la conexión entre los ecosistemas terrestres y su engranaje biológico con los sistemas marinos.

La laguna de Karata es la desembocadura del corto río Lamlaya y el extenso río Wawa (con muchos afluentes entre ellos el Siksikwas, Wark Wark, Warba Tara, Bilim Tara, Skuby, Wawa Abajo, Sung Sung, Yulu, Lim Lim Watla).

Entre las lagunas de Karata y Wounta se presenta una zona baja y amplia, cubierta de humedales. La estructura y funcionamiento de estos ecosistemas se extienden por varios kilómetros, y son altamente dependientes del patrón hídrico estacional de tierra firme, de aguas superficiales y subterráneas, provenientes de las zonas altas del oeste (Espinoza, 1995).

### Ecosistemas

La comunidad de Karata y Wawa Bar, pertenecen a la franja de los Cayos Miskitos, siendo esta una red de ecosistemas terrestres y acuáticos bien entrelazadas que después se ensamblan con los ecosistemas marinos. Según Nietschmann (1977), tres de los ecosistemas más productivos del planeta se encuentran en este litoral: Los estuarios (asociados con lagunas), los arrecifes de coral y los bancos de pastos ó hierbas submarinas.

Esta laguna costera es un hábitat sumamente importante desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad. Permite el ciclo de vida de los organismos costero marinos, incluyendo las especies para pesca comercial, que permite el mantenimiento de las economías locales.

## Humedales

Estas zonas se inundan periódicamente o permanentemente con agua dulce ó salobre, y se ubican generalmente a menos de 30 m sobre el nivel del mar y con pendientes del 1% (Muller et. al. 1995). Se caracterizan por poseer vegetaciones herbáceas, encontrándose a la vez parches ó agrupaciones vegetales consideradas como bosques palustres ó matorrales, con especies de palmas.

Este tipo de ecosistema se extiende ininterrumpidamente entre la parte sur de la laguna de Karata hasta la laguna de Wounta. Las comunidades indígenas utilizan este ecosistema para desarrollar actividades de subsistencia familiar, tales como cacería de pequeña escala (garrobos, guardatinaja, venado, armadillo), también como zonas de pastoreo del ganado vacuno y como zona de extracción de leña.

## Manglares

Los manglares son esenciales para mantener los ciclos biológicos de la biodiversidad, entre la cual se cuentan numerosas especies de peces de valor comercial como róbalo, sábalo real, roncadores y pargos, así también la langosta y el camarón. De igual manera los manglares constituyen el refugio y la base alimenticia de muchas aves acuáticas, algunas de ellas en peligro de extinción.

En la zona marino costera de la comunidad de Karata y Wawa Bar se encuentran siete especies de mangles.

Cuadro No. 3. Especies de mangle comunidad de Wawa y Karata.

Mangle Rojo	Rhizophora mangle y R. racemosa
Mangle Negro	Avicennia germinans y A. bicolor
Mangle Blanco	Laguncularia racemosa
Mangle Piñón	Pelliciera rhizophora
Mangle de Playa o Botoncillo*	Conocarpus erecta

\* Solo ha sido observado en la laguna de Karata.

La escasez de especies latifoliadas hacen que la madera de mangle tenga un gran valor de uso, principalmente para pilares de las casas.



Figura No. 4. Vegetación de mangle, comunidad de Wawa y Karata.

## Aspectos económico productivo de Wawa Y Karata

### La pesca tradicional

La principal actividad económica de ambas comunidades es la pesca artesanal de escamas y camarón. Es una actividad que se realiza diariamente (noche o día), excepto los domingos. La pesca se realiza en las lagunas y en las playas.

En Karata existen 113 familias de pescadores (generalmente 2-4 miembros de una misma familia), con una capacidad de producción de 40-60 libras diarias de pescado por grupos, pero también depende mucho de la temporada y la variación climática. La producción promedio anual comunal es de aproximadamente 800 toneladas de escama de diversas especies. También cuenta con una capacidad de producción de camarón y de aproximadamente 13 mil a 15 mil libras anuales.

En Wawa Bar, actualmente existen 420 familias de pescadores, reflejan una capacidad de producción de 80-100 libras diarias de pescado, según la temporada. La producción bruta promedio de escama es de 4,000 toneladas anuales y de camarón es de 12 mil a 18 mil libras anuales.

Ambas comunidades son las principales abastecedoras de producto de las empresas procesadoras (MARAZUL Y PROMARNIC)<sup>6</sup>. La producción promedio anual de robalo (especie de mayor interés) es de 903,600 libras.

A partir de la pesca directa, toda la producción es destinada a los acopios, los que pueden ser, familiares o privados, donde se inicia el desviscerado y enhielada del producto. Estos acopios destinan la producción a los canales de comercialización, ya sean estos a las empresas procesadoras o los mercados donde se satisface la demanda poblacional.

Algunas limitantes en la producción son: Falta de infraestructura productiva, no cuentan con depósitos de acopios de regular tamaño, para conservar una mayor cantidad de productos y optar a una mejor oferta. Esto también obliga a hacer muchos viajes a la ciudad de Bilwi, incrementando los costos por transporte.

Nuevos mercados con mejores precios (canales de comercialización), ya que actualmente los acopiadores locales pagan precios bajos. No producen hielo y generalmente no existe lo suficiente para la conservación de sus productos. Altos precios del combustible para movilidad de motores fuera de borda.

### Aperos de pescas utilizadas

Los medios artesanales registrados que son utilizados para ejecutar las diversas actividades pesqueras son:

Botes de madera o fibra de vidrio de 15 a 42 pies de eslora con motor diesel estacionario de 25 a 85 HP, con cubierta y caseta para la tripulación y capacidad de bodega de 1 a 2 toneladas con cuatro tripulantes en promedio.

Pangas de madera o fibra de vidrio de 5 a 9 metros de eslora con motor gasolina fuera de borda y generalmente sin caseta, con cinco tripulantes en promedio.

Cayucos de 6 a 15 pies de eslora contruidos a partir de un solo tronco ahuecado, impulsado por velas o remos y con una tripulación promedio de 3 personas.



Figura No. 5. Embarcaciones utilizadas para la pesca en la comunidad de Karata.

<sup>6</sup> Consulta a empresarios equipo consultor



## Principales especies de captura

A pesar de la alta diversidad de especies en las lagunas de Karata, Wouhnta y Haulover la población comunitaria prefiere la pesca de las siguientes especies por su alta demanda en el mercado local y nacional.

Cuadro No. 4. Especies de interés comunal para captura y comercialización.

Nombre común	Nombre científico	Artes de pesca Utilizados	Época de veda
Róbalo	Centropomus ensiferus	Canoas, trasmallos, termos y hielo	Oct, nov., dic, y enero
Jurel	Caranx hippos	Canoas, trasmallos, termos y hielo	No tiene veda
Palometa	Oligoplites	Canoas, trasmallos, termos y hielo	No tiene veda
Corvina	--	Canoas, trasmallos, termos y hielo	No tiene veda
Camarón	Penaeus spp	Canoas, veleros hielo Trasmallos, termos	No tiene veda

La cadena de comercialización inicia con los pescadores artesanales, estos a su vez venden a los acopiadores locales (comunidad) y foráneos (Bilwi), estos productores están a merced de los precios de los acopiadores, ya que son la única vía de comercialización con que cuentan. Los acopiadores venden sus productos a las empresas procesadoras y a los mercados locales de Bilwi.

## Precios de mercado

Existen grandes variaciones de precios entre los precios en la comunidad (precio playa) y los precios al consumidor en Bilwi, así como los precios entre empresas procesadoras y potenciales mercados. Esta diferencia de precios obedece a los costos de transporte, compra de hielo, salarios de ayudantes y las utilidades de los mismos.

Cuadro No. 5. Análisis de precios de mariscos.

Especies	Precio comunidad	Acopiadores mercado	Precio Bilwi	Precio empresa	Mercados potencial	Variación %
Róbalo	C\$ 8.00	C\$ 12.00	C\$ 15.-20	C\$ 14.00	C\$ 20.00	250%
Otras spp	C\$ 8.00	C\$ 12.00	C\$ 15-18		C\$ 20.00	250%
Camarón	C\$ 10.0-12.0	C\$ 15.0-18.0	C\$ 30.-45		C\$ 40.0	333- 400%

Nota: Tasa de cambio es de C\$ 22.60 x US \$1.00

En resumen, podemos afirmar que las mayores utilidades las adquieren los acopiadores, ya que obtienen ingresos mayores al 50% de la venta de escamas, y un 70% en camarones. También cuentan con medios de transporte para movilidad del producto y compra de hielo, y capital de trabajo.

La ruta actual de comercialización inicia con el pescador artesanal que vende su producto a los acopiadores intermediarios y estos lo distribuyen o venden a las empresas procesadoras, que exportan a mercado internacional. El rechazo de las empresas se comercializa en los mercados de Bilwi.

## **Tecnología de conservación**

A pesar del gran potencial de pesca de ambas comunidades Karata y Wawa Bar, no logran desarrollarse debidamente por la falta de medios para la conserva de los productos (termo, estanque y hielo). Generalmente los comunitarios tienen que viajar cada 2-3 días hasta la ciudad de Bilwi para adquirir el hielo granulado que guardan en termos o depósitos de refrigeradoras en mal estado. Los comunitarios compran de 4-5 quintales de hielo en la ciudad de Bilwi y lo trasladan a la comunidad, sin embargo durante el trayecto de una hora, se pierde cerca del 20% del hielo.

Generalmente se hacen de dos a tres viajes por semana a dejar la producción y a comprar hielo, sin embargo los altos costos del transporte y del combustible hacen que los comunitarios no logren beneficiarse debidamente de su producción.

En el caso de la comunidad de Wawa Bar, posee una planta de producción de hielo con capacidad de 2,000 libras por día (24 horas). Esta planta fue donada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) con la implementación del proyecto “Contribución para la diversificación de actividades orientadas a impulsar y mejorar las iniciativas de empleo y desarrollo local en las comunidades pesqueras artesanales de la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua”. El objetivo de este proyecto era que los comunitarios se apropiaran del manejo de dicha planta de hielo y disminuir los costos de producción para aumentar la rentabilidad de la actividad, sin embargo, la planta no ha logrado funcionar a toda su capacidad, debido a problemas técnicos.

---

## **Percepción comunitaria sobre el uso de energía alternativa (solar y eólica)**

### **Percepción**

Los comunitarios de ambas comunidades, reconocieron como fuentes potenciales de energía el sol, agua, viento, y en menor escala, la biomasa. Fue un tanto difícil para los participantes medir adecuadamente la disponibilidad anual de cada fuente de energía, particularmente la solar y la del viento; en muchos casos se limitaban a referirse a la época de lluvias y verano.

Según los líderes comunitarios, ellos podrían tener altos potenciales de generación de energía eólica y solar, sobre la base de su experiencia de vida y trabajo comunal. En el caso del viento generalmente todo el año se mantienen ráfagas de viento que vienen del mar y en los meses de octubre a diciembre es mayor. En el caso de la radiación solar, también consideran que existe buen brillo del sol durante la mayoría de días en el año, excepto en los meses de mayo, junio y julio que es época de lluvia.

Recomiendan desarrollar estudios sobre el potencial solar y de viento, por lo que están accesibles a participar en el proceso de

cuido, mantenimiento y recopilación de datos. Consideran que si los estudios reflejan buen potencial, ellos podrían resolver y mejorar sus necesidades de energía doméstica (hogar) a través de la energía alternativa. Por esta razón consideran que se deben de implementar proyectos pilotos de energía alternativa en algunas casas familiares de la comunidad, lo que vendría a ser un apoyo a las comunidades en la búsqueda de alternativas para mejorar la calidad de vida de las familias indígenas del área rural.

### **Uso y fuentes de energía en ambas comunidades**

La mayoría de los comunitarios hicieron referencia a que las necesidades de energía de las familias actualmente se concentran principalmente en las actividades domésticas. Generalmente utilizan como fuentes principales de energía la leña, las baterías para focos (pilas), las velas y el kerosén.

La mayoría de los entrevistados coincidieron que la leña por tradición ancestral se usa para la preparación de alimentos; las velas para iluminación de las viviendas, el kerosén para lámparas, mientras que las pilas se utilizan para focos y lámparas de mano para trasladarse y eventualmente para sus aparatos de radio y reproducción de música.

**Al realizarse el análisis sobre los impactos ambientales de cada una de estas fuentes de energía, resultó lo siguiente:**

LEÑA. El uso de la leña contribuye a la degradación del suelo, a la deforestación y en las personas en afectaciones a los ojos por el humo caliente que se genera al quemarse.

VELAS. Su uso intensivo tiene como primer consecuencia el desgaste de la vista, pues no tiene la luminosidad necesaria, las mujeres al coser la ropa tienen que hacer un esfuerzo importante con los ojos y los hijos menores en edad escolar igual al hacer tareas o practicar la lectura. Adicionalmente se comentó que no dura mucho una vela y menos si hay viento en las casas, lo que redunda en el costo relativamente elevado en su consumo cotidiano.

BATERIAS (PILAS SECAS). El factor que más preocupa es su costo que ha incrementado mucho en los últimos años, relacionado con su poca durabilidad. Por otra parte, también reconocieron que al desecharse como basura, son contaminantes del suelo o el agua por su composición (materiales no biodegradables).

KEROSÉN. Como combustible para las lámparas, provoca hollín y ennegrece las paredes y el cuerpo de las personas, también es un contaminante tanto para el ambiente, como para el suelo, y el agua.

**Entre las principales dudas planteadas por los comunitarios estuvieron:**

**Energía Solar**

- • ¿Cuántos paneles se requieren por casa para cubrir el total de las necesidades cotidianas y cuál es el costo aproximado?
- • ¿Se pueden usar baterías y lámparas normales con los paneles solares?
- • ¿Qué mantenimiento requieren los paneles y equipos solares?
- • ¿Cuánto tiempo duran, tanto las baterías que se cargan con las celdas solares?
- • ¿Se puede usar la energía solar para todos los aparatos como la TV, el refrigerador?

**Energía Eólica**

- • ¿Cuáles son las características del viento y cuánto se requiere para justificar colocar equipo?
- • ¿Qué tan caro es el equipo?
- • ¿Cuántos bombillos se pueden encender con un solo equipo de generación eólica?

**Nivel de aceptación y/o rechazo a proyectos de energía alternativa**

El nivel de aceptación comunal del tema de energía alternativa fue muy alto. Consideran que sus áreas comunales están disponibles para desarrollar estudios y proyectos pilotos. Solicitaron información sobre dónde se pueden hacer gestiones para iniciar a desarrollar un proyecto de energía alternativa.

Durante el desarrollo del taller los participantes se interesaron por las diferentes formas de energía renovable, sin embargo, se visualizó que la energía eólica y solar fue la que causó mayor interés.

La opinión de los comunitarios relacionado con el conocimiento de las fuentes energéticas a base combustible fósil (gasolina o diesel) empleados en la comunidad, es que estos contaminan las aguas de las lagunas y los caños para consumo humano y animal, teniendo como consecuencia daños en el hábitat y migración de las especies de importancia económica para la comunidad.

## Evaluación del recurso eólico sector de Wawa Bar y karata

La cantidad de energía (mecánica o eléctrica) que puede generar una turbina eólica depende mucho de las características del viento vigente en el sitio de instalación. El análisis requerido depende directamente de la aplicación y la escala prevista. El método más exacto (aunque más costoso) para conocer el potencial de producción de energía del viento, es la instalación de uno o más anemómetros, los cuales, periódicamente, generan datos de la velocidad y la dirección del viento en forma electrónica (BUN-CA, 2002).

En el análisis del potencial eólico en las comunidades en estudio se utilizaron datos obtenidos de la estación meteorológica de la ciudad de Bilwi ubicada en los predios del aeropuerto de dicha ciudad. El equipo empleado para medir el viento consta de un anemómetro y una veleta; el anemómetro se encuentra a 10 m de altura. El sitio en sus alrededores presenta vegetación (árboles) con alturas entre 4-6 metros y viviendas. Cabe mencionar que estos son los únicos datos disponibles de la zona de estudio.

Para el procesamiento de los datos se construyó una base de datos con seis años de medición (2000-2005), se aplicó la estadística descriptiva para determinar la media mensual y anual y desviación estándar de la velocidad. Los cálculos y gráficos se realizaron utilizando el programa Excel de Microsoft office.

### Velocidad del viento

El cuadro No. 6 muestra los valores obtenidos de la media y desviación estándar mensual y anual para el período de años evaluados.

Cuadro 6. Promedio mensual de la velocidad del viento

Velocidad del viento (m/s)		
Mes	Media (X)	Desviación estándar (S)
Enero	4.9	1.69
Febrero	4.7	1.40

Marzo	4.2	1.19
Abril	4.5	1.37
Mayo	4.4	1.18
Junio	4.3	1.61
Julio	4.4	1.34
Agosto	4.3	1.27
Septiembre	3.1	0.90
Octubre	3.7	1.30
Noviembre	4.6	1.44
Diciembre	4.5	1.54
Anual	4.3	1.44

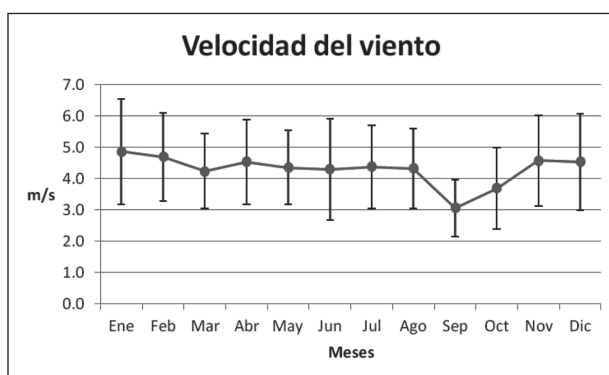


Figura No. 6. Fluctuación de la velocidad del viento en los meses del año.

De acuerdo al cuadro No. 6, en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre se presentan vientos más fuertes y constantes durante el año. De igual modo en los meses de septiembre y octubre es cuando hay escasas de vientos en la zona de estudio, presentando los valores más bajos. La figura No. 6 nos da una idea más clara de la fluctuación que presenta la velocidad del viento a lo largo del año.

El análisis realizado manifiesta que la velocidad del viento presenta promedios en el rango de 3-5 m/s. Valorando que en estas comunidades es viable la instalación de turbinas eólicas pequeñas y medianas de hasta 250 kW de acuerdo a las condiciones de acceso y demanda energética de la población, este valor es relativamente bueno. Esto debido a:

La velocidad de arranque de las turbinas eólicas de este tamaño es 3 m/s. La velocidad de arranque se refiere a la mínima velocidad del viento con la que las turbinas generan potencia utilizable (energía).

La velocidad nominal de estas turbinas es igual o mayor a 6 m/s. La velocidad nominal es la mínima velocidad del viento a la que la turbina eólica genera su potencial nominal o la capacidad de energía que puede producir de acuerdo a su diseño.

En la figura No. 7, se aprecia la distribución de la velocidad del viento a lo largo del año, evidenciándose que la mayor parte del año (cerca del 90%) el viento mantiene una velocidad en un rango menor de 5 m/s, predominando velocidades entre 3-4 m/s.

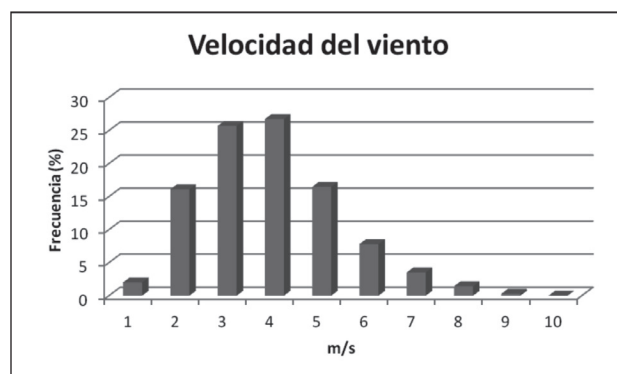


Figura No. 7. Frecuencia relativa de la velocidad del viento (m/s) para el período 2000-2006

De acuerdo con el MEM (2007) la mayor parte de la zona costera de la RAAN (abarcando las comunidades de Karata y Wawa Bar), presenta buenas y excelentes condiciones para la energía eólica hablando de torres con altura de 50 metros a más, presentando un potencial de producción de 400-600 W/m<sup>2</sup> (ver figura No. 8).

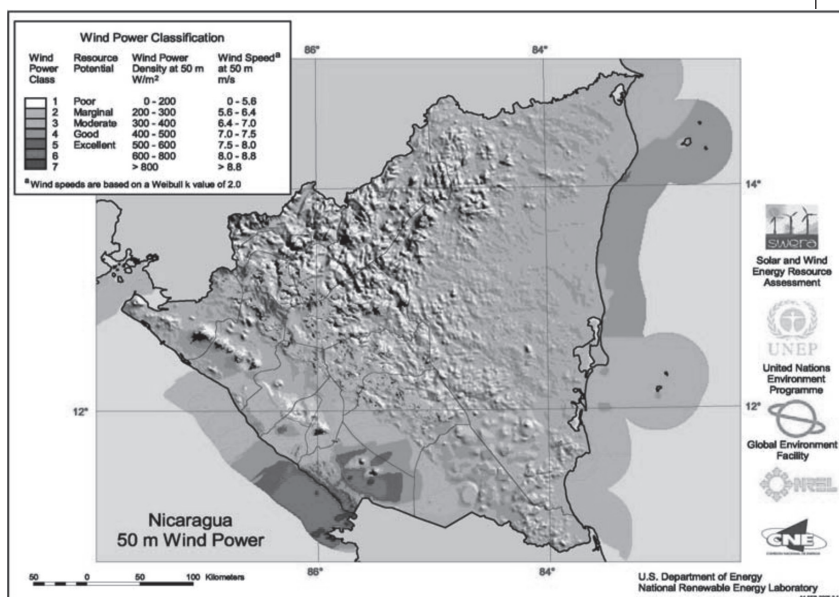


Figura No. 8. Mapa del Potencial eólico de Nicaragua (Fuente: MEM, 2007)

Las comunidades presentan potencial para utilizar esta alternativa energética, sin embargo, la producción de las turbinas sería una proporción del potencial nominal que tengan estas. La alternativa viable es la instalación de turbinas pequeñas de 10-80 kW pudiendo utilizarse sistemas aislados centralizados y sistemas híbridos (eólico-solar).

## Dirección del viento

La dirección del viento es un dato de importancia a considerar en el establecimiento de un sistema de energía eólica, nos permite la instalación de la turbina eólica en el sentido correcto para un buen aprovechamiento del recurso viento.

La rosa de viento de la figura No. 9, indica que la dirección predominante durante la mayor parte del año es hacia el Este (E). Sin embargo, en los meses de octubre a febrero la dirección se distribuye en el Norte (N), Noreste (NE) y Este (E).

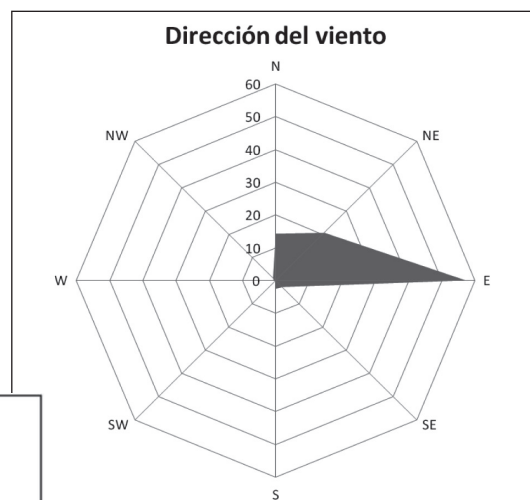


Figura No. 9. Frecuencia relativa de la dirección del viento



## Evaluación de la energía solar fotovoltaica sector de Wawa Bar y karata

La energía solar se encuentra disponible en todo el mundo. Algunas zonas del planeta reciben más radiación solar que otras, sin embargo, los sistemas fotovoltaicos tienen muchas aplicaciones. En el caso particular de América Central, los sistemas fotovoltaicos son una alternativa muy interesante, desde las perspectivas técnica y económica, pues la región dispone durante todo el año de abundante radiación solar. Según las clasificaciones de la intensidad de la radiación solar en diferentes regiones del mundo, América Central es una región muy privilegiada con respecto al recurso solar disponible, aunque siempre es necesario evaluar el potencial solar de un sitio específico donde se planea instalar un sistema fotovoltaico (BUN-CA, 2002).

### Evaluación del brillo solar

Para poder determinar la viabilidad de un sistema solar fotovoltaico es necesario evaluar el brillo solar por un período de la menos un año en el sitio específico donde se instalará el sistema.

La evaluación del brillo solar se hizo a partir de los datos de la estación meteorológica de Bilwi, medidos a través del heliofanógrafo para un período de seis años (2000-2005).

El cuadro No. 7 indica que el promedio anual de la cantidad de horas sol que recibe el área de estudio es de 7 horas por día, existiendo picos en los meses de marzo y abril con 9 horas por día.

Cuadro No. 7. Promedio mensual del brillo solar

Brillo solar (hrs/día)		
Mes	Media (X)	Desviación estándar (S)
Enero	7.3	2.84
Febrero	8.5	2.34
Marzo	9.1	1.89
Abril	9.2	2.48
Mayo	7.4	3.32
Junio	5.9	3.55

Julio	6.4	3.65
Agosto	7.1	3.41
Septiembre	6.8	3.33
Octubre	5.8	3.45
Noviembre	5.8	3.56
Diciembre	6.3	3.13
Anual	7.1	3.33

La figura 10 indica que el primer tercio del año (enero-abril) es la época de mayor radiación solar, disminuyendo en los meses siguientes, presentándose los meses de junio, octubre y noviembre con la menor radiación durante el año (5 horas por día).

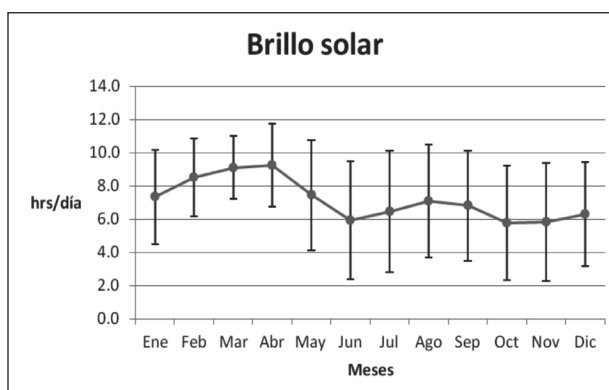


Figura No. 10. Fluctuación de las horas de sol por día a lo largo del año.

La figura No. 11 indica la frecuencia relativa de las horas sol recibidas en el año en la zona de estudio. Se aprecia que cerca del 80 por ciento de las veces la cantidad de horas sol recibidas en un día es superior a las 5 horas. Cerca del 50 por ciento de las veces las horas sol superan las 7 horas diarias. Este valor constata el alto potencial que presenta la zona para desarrollar un sistema de energía solar fotovoltaica, ya que se habla de 5-6 horas diarias de sol requerida por estos sistemas.

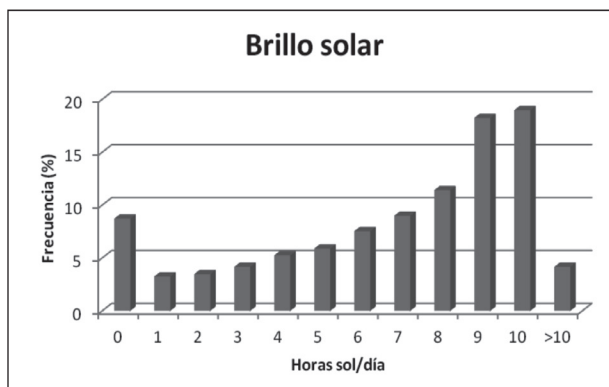


Figura No. 11. Frecuencia relativa del brillo solar a lo largo del año.

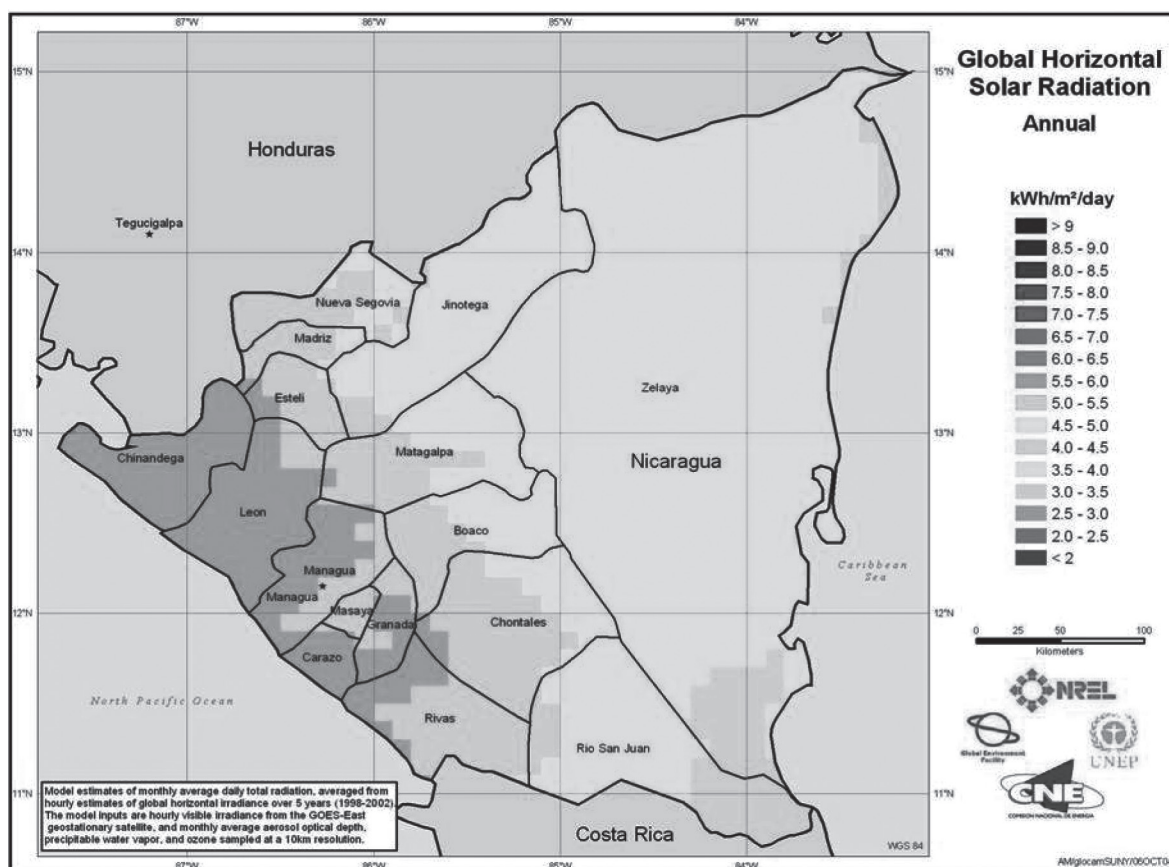


Figura No. 12. Mapa de radiación solar de Nicaragua (Fuente: MEM, 2007)

El MEM (2007) realizó cálculos de la radiación solar en el país obteniendo un valor medio de la radiación global en Nicaragua de 5.5 kWh/m<sup>2</sup> por día, en cambio en la región del Atlántico se obtienen valores de 4.5 kWh/m<sup>2</sup> por día. El valor medio del brillo solar para el mismo período oscila entre 4.2 h/día en la región del Atlántico hasta 7.2 h/día en la región del Pacífico del país (ver figura No. 12).

De acuerdo al análisis realizado, las comunidades en estudio presentan un buen potencial para desarrollar la energía solar fotovoltaica. Existen dos sistemas viables para solventar la demanda energética de las comunidades. Uno es el sistema individual de corriente alterna para aplicaciones domésticas garantizando sus componentes (módulos solares, baterías, inversores y controladores de carga). Una variante de este sistema sería el implementado en algunas comunidades del territorio de Tasba raya donde se tienen centros de carga de batería.

La otra opción es el sistema centralizado, donde la electricidad se produce, almacena y transforma en un sistema fotovoltaico central y que luego se

distribuye, a través de líneas eléctricas hasta cada una de las viviendas. Las líneas eléctricas ya existen en ambas comunidades con requerimientos de reparaciones parciales (postes en mal estado).

Los sistemas fotovoltaicos pueden suministrar energía eléctrica para iluminación, computación y radiocomunicación. No son aptos para necesidades elevadas de energía como en el caso de equipos de refrigeración (congeladoras). Es común en las pláticas con los comunitarios la pregunta si este sistema puede garantizar el funcionamiento de un sistema de refrigeración para la conservación de sus productos (refrigeradora o congeladora con capacidad de 200 libras).

No obstante, teóricamente se maneja que si se interconectan varios paneles fotovoltaicos y trabajando con bancos de baterías, se pueden cubrir también necesidades elevadas de energía eléctrica. Mediante un sistema de 8 paneles solares de 50 Vatios cada uno es posible, por ejemplo, electrificar completamente una casa con sistema de computación, iluminación, sistema de radiocomunicación y equipo de refrigeración.



## **Beneficios de la energía eólica y solar para ambas comunidades**

La implementación de un proyecto de energía renovable comunitaria ofrece innumerables beneficios:

### **Beneficios económicos**

- Ayuda a que una mayor parte del dinero gastado en energía, combustible o hielo para la refrigeración de la producción de pesca, se quede en la comunidad y en la familia.
- Genera más empleo y mas miembros comunales trabajen.
- Agrega nueva experiencia a la base de conocimientos de la comunidad, desde experiencia en administración de las finanzas hasta conocimientos técnicos sobre tecnología renovable.
- Reduce la dependencia de combustibles fósiles (Gasolina, kerosén...).
- Produce energía cuando hay más demanda (durante el día, o en días soleados en el caso de la generación solar).

### **Beneficios ambientales**

- Ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y los posibles efectos que generan cambio climático.
- Las lagunas y playas no se contaminan, esto permite estabilidad del ecosistema marino y mantienen las poblaciones y especies de interés comunal.
- Ayuda a disminuir enfermedades relacionadas con la contaminación (humo en las casas).
- Puede incrementar el conocimiento de la comunidad en el uso de la energía y sus efectos.
- Puede generar un comportamiento conservacionista e incrementar el uso de energía sustentable.
- No crea problemas de basura difíciles de resolver, como la eliminación de residuos combustibles.

### **Beneficios sociales**

- Brinda oportunidades de participación local, así como desarrollo de capacidades en las comunidades locales.
- Desarrolla habilidades y capacidad para proyectos e iniciativas a futuro.
- Es un foro de expresión del entusiasmo y el interés de la gente en la energía renovable.
- Puede generar entre la población mayor aceptación de nuevas tecnologías de energía renovable.
- Propicia opciones y actividades de capacitación práctica.
- Genera empleos y conocimiento de alta calidad y a largo plazo.
- Puede convertirse en símbolo de la comunidad y en motivo de orgullo e identidad.

## Propuesta de seguimiento de estudios

Una de las características fundamentales de las energías renovables, es su gran variabilidad y dependencia de las condiciones atmosféricas del medio. Esto lleva a que se requieran de exhaustivas mediciones para una precisa evaluación del potencial energético explotable en el sitio de interés, en este caso las comunidades de Karatá y Wawa Bar.

En Nicaragua el conocimiento del potencial de energía limpia se está desarrollando cada vez más. Existen algunas empresas que han iniciado evaluaciones (Blue Energy, TECNOSOL). Por su parte el MEM ha efectuado estudios generales en la Costa Caribe sobre el potencial eólico. Entre estos estudios esta la recopilación y análisis de la información meteorológica de la RAAN por medio de la estación ubicada en el aeropuerto de la ciudad de Bilwi, la cual sirvió para desarrollar una evaluación preliminar del potencial del Caribe.

Sin embargo, para implementar un proyecto de desarrollo comunitario con enfoque en el uso y aprovechamiento de energía limpia se debe de desarrollar estudios específicos en cada zona de interés de manera longitudinal.

La URACCAN posee cierta experiencia en el tema de monitoreo de energía eólica. Desde el año 2006 firmó convenio con el IPSL (La Salle León) para hacer estudios preliminares sobre el potencial eólico de algunas áreas comunitarias y para tal fin inició un pequeño proyecto de monitoreo del potencial eólico comunitario, con la instalación de tres antenas con equipos de medición eólica (anemómetros y veletas) en la comunidad de Kamla, Tuapi y Bilwi. De igual manera se capacitaron dos técnicos en la república de Austria, sobre instalación, manejo y análisis de datos. Como resultado de estos estudios se han podido identificar algunas sitios que marcan potencial de viento de 5-6m/s. Sin embargo el fenómeno natural huracán Félix en 2007, destruyó los equipos y no se pudo continuar con el monitoreo.

Como una forma de continuar contribuyendo al conocimiento del potencial de energía eólica y solar, con fines técnicos y científicos se propone que la URACCAN y OXFAM hagan esfuerzos conjuntos para la gestión de recursos para la instalación de

dos estaciones con equipos de monitoreo eólico y solar en cada comunidad (Wawa Bar y Karatá) para el registro de datos.

Cabe mencionar que existe el compromiso de la comunidad de velar por el cuidado, mantenimiento y registro de datos de las estaciones, por lo que debe darse la firma del convenio interinstitucional y comunal, así como la implementación de un programa de capacitación.

Cuadro No. 8. Propuesta de instalación de estaciones.

Comunidad de Wawa Bar	Comunidad de Karata
Cantidad de estaciones: dos, ambas frente a la playa.	Cantidad de estaciones: dos, una frente a la laguna y a la otra frente a la barra.
Antena: con elevación entre 30-50 m de altura.	Antena: con elevación entre 30-50 m de altura.
Anemómetro: altura considerando la altura de las turbinas eólicas propuestas.	Anemómetro: altura considerando la altura de las turbinas eólicas propuestas.
Veleta con frecuencia de la dirección del viento a 20 m	Veleta con frecuencia de la dirección del viento a 20 m
heliofanógrafo para la medición de brillo solar diario	heliofanógrafo para la medición de brillo solar diario

## Conclusiones

- La ubicación de la comunidad de Wawa Bar sobre la franja costera, frente al mar, así como Karata frente a la extensa laguna, generalmente hace que reciban fuertes ráfagas de viento y abundante luz solar, lo cual hace parecer factibles sus usos como formas de energía alternativa. Estas características climáticas y geográficas hacen que los comunitarios de ambas comunidades, reconocieran como principales fuentes potenciales energéticas la energía eólica y solar.
- El análisis realizado manifiesta que la velocidad del viento presenta promedios en el rango de 3-5 m/s. Valorando que en estas comunidades es viable la instalación de turbinas eólicas pequeñas y medianas de hasta 250 kW de acuerdo a las condiciones de acceso y demanda energética de la población, este valor es relativamente bueno.
- De acuerdo con el MEM (2007) la mayor parte de la zona costera de la RAAN (abarcando las comunidades de Karata y Wawa Bar), presenta buenas y excelentes condiciones para la energía eólica hablando de torres con altura de 50 metros a más, presentando un potencial de producción de 400-600 W/m<sup>2</sup>.
- La rosa de viento indica que la dirección predominante durante la mayor parte del año es el Este (E). Sin embargo, en los meses de octubre a febrero la dirección se distribuye en el Norte (N), Noreste (NE) y Este (E). Es un dato importante a considerar para el establecimiento de un sistema de energía eólica.
- El promedio anual de horas sol que recibe el área de estudio es de 7 horas por día, existiendo picos en los meses de marzo y abril con 9 horas por día. Este valor constata el alto potencial que presenta la zona para desarrollar un sistema de energía solar fotovoltaica.
- El MEM (2007), realizó cálculos de la radiación solar en el país obteniendo un valor medio de la radiación global en Nicaragua de 5.5 kWh/m<sup>2</sup> por día, en cambio en la región del Atlántico se obtienen valores de 4.5 kWh/m<sup>2</sup> por día. El valor medio del brillo solar para el mismo período oscila entre 4.2 h/día en la región del Atlántico hasta 7.2 h/día en la región del Pacífico del país.
- De acuerdo al análisis, las comunidades en estudio presentan un buen potencial para desarrollar principalmente la energía solar fotovoltaica. Existen dos sistemas viables para solventar la demanda de energía de las comunidades. Uno es el sistema individual de corriente alterna para aplicaciones domésticas garantizando sus componentes (módulos solares, baterías, inversores y controladores de carga).
- La otra opción es el sistema centralizado, donde la electricidad se produce, almacena y transforma en un sistema fotovoltaico central y que luego se distribuye, a través de líneas eléctricas hasta cada una de las viviendas. Las líneas eléctricas ya existen en ambas comunidades con requerimientos de reparaciones parciales (postes en mal estado).
- La posibilidad de aplicación de energía eólica o solar, para los pescadores que no cuentan con electricidad en sus hogares (todos en la comunidad), es la refrigeración del pescado y/o la elaboración de hielo, la cual podría ser un proyecto comunal familiar factible, considerando la alta demanda y elevado precio del pescado.

## Recomendaciones

- Desarrollar estudios longitudinales sobre el potencial solar y de viento, considerando que los comunitarios están accesibles a participar en el proceso de cuido, mantenimiento y recopilación de datos.
  - Establecer firmas de convenios con comunidades interesadas y organismos que han desarrollado la experiencia de manejo y aprovechamiento de energía limpia.
  - Desarrollar un programa de divulgación y estudio de las energías alternativas como recurso renovable y amigable con el medio ambiente, dirigido a comunidades indígenas.
  - Los comunitarios consideran que se debe de implementar proyectos pilotos de Energía Alternativa en hogares de la comunidad, considerando que puede ser una experiencia aprendida en la búsqueda de alternativas de desarrollo para las familias indígenas.
  - Apoyar a los comunitarios y comunidades indígenas a gestionar y desarrollar sus propios proyectos de energía renovable de pequeña escala.
- Ministerio de Energía y Mina (MEM) (2009). Energía Renovable en Nicaragua. Managua, Nicaragua.
  - MARENA (2009). IV Informe del Estado del Ambiente del país. GEO Nicaragua 2007-2008. Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales Managua, Nicaragua.

## Lista de referencia

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2009). Estudio de Factibilidad de Generación de Electricidad con Energía Eólica en Corn Island. Informe Final. Managua, Nicaragua. 312 p.
- Biomass Users Network (BUN-CA) (2002). Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica. San José, Costa Rica. 42 p.
- Biomass Users Network (BUN-CA) (2002). Manuales sobre energía renovable: Eólica. San José, Costa Rica. 48 p.
- CONADETI (2010). Diagnóstico territorio de Karatá. RAAN
- Grigsby, W. (2010). La aventura de producir energía azul en el Caribe. Revista ENVIO No. 345. Diciembre 2010.
- Héctor Mattio, Graciela Ponce, (1998). Nociones generales de energía eólica. (Ed. CREE, Rawson, Chubut, Argentina).

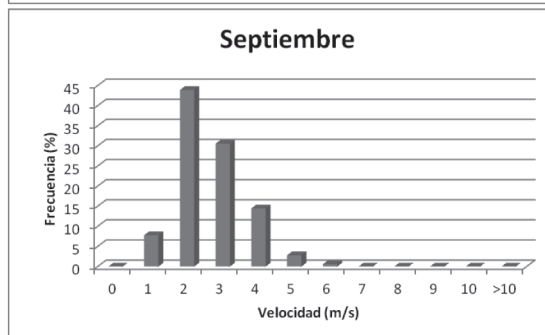
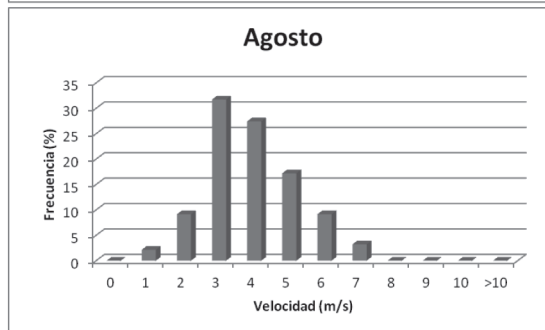
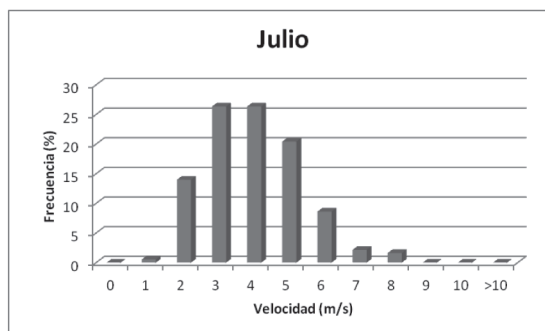
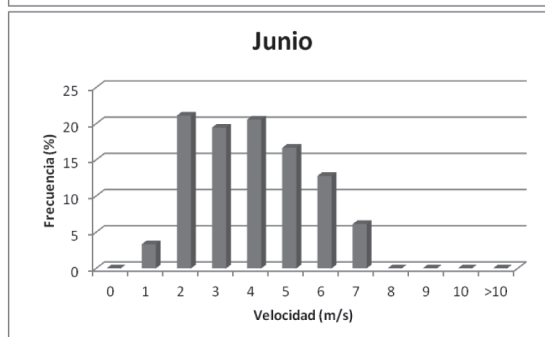
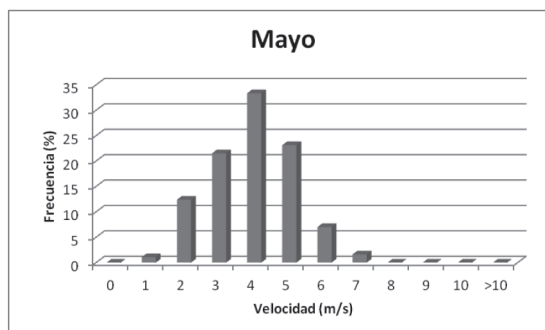
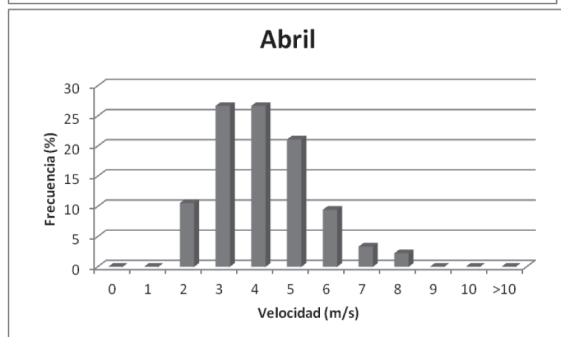
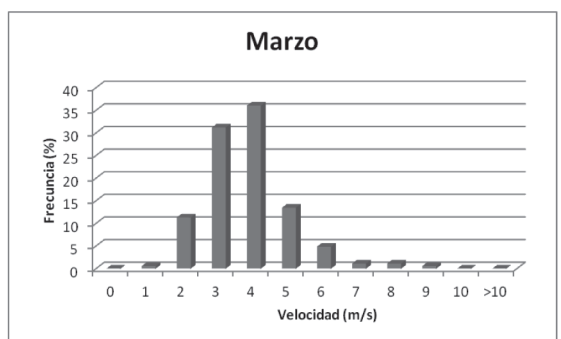
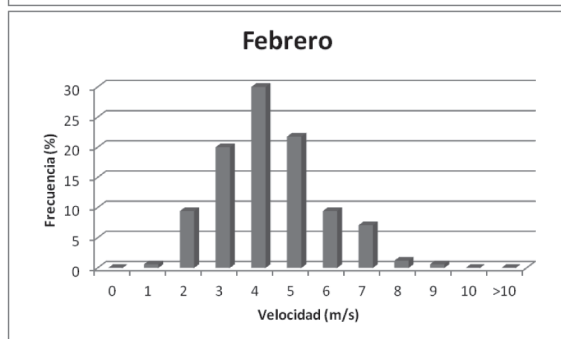
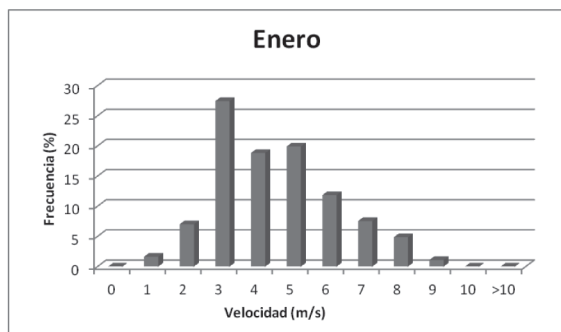
## Anexos

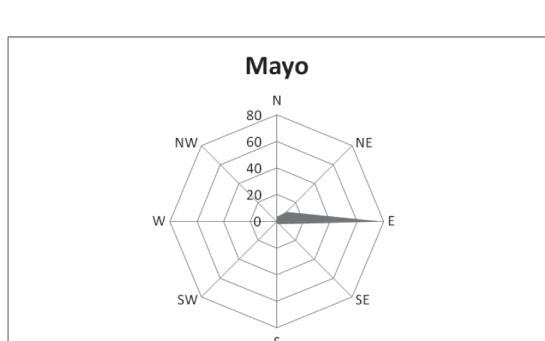
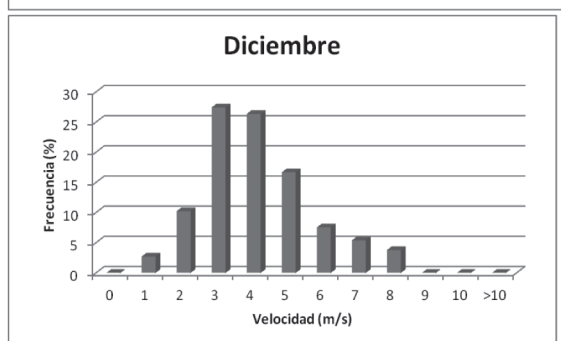
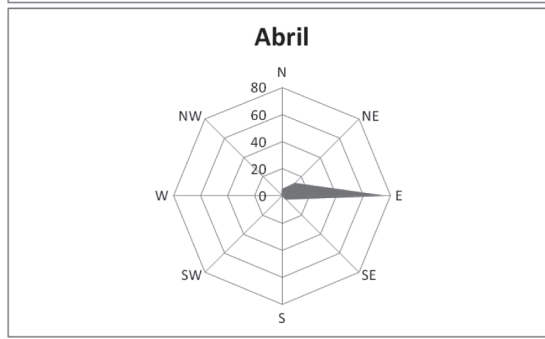
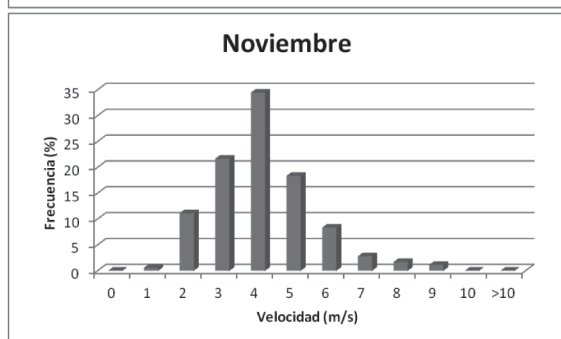
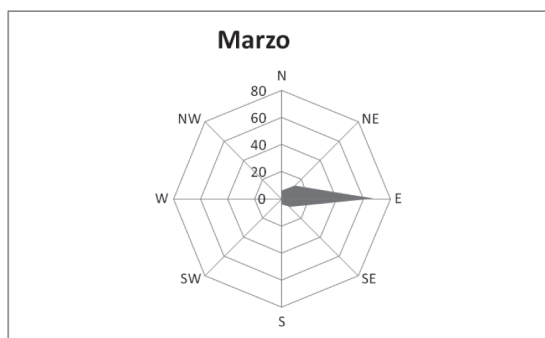
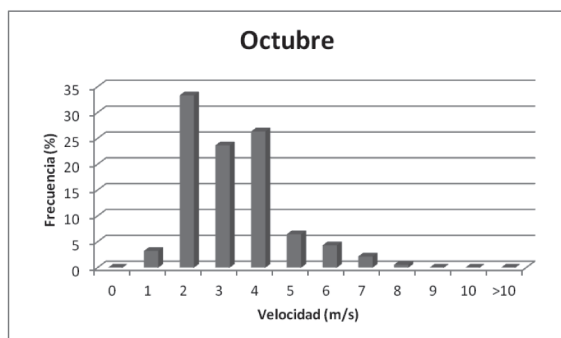
### FODA de la comunidad de Karata y Wawa Bar

Se agruparon los participantes por comunidad para evaluar la energía renovable, y los resultados son los siguientes:

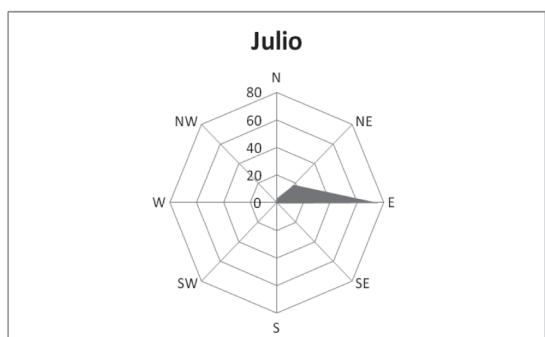
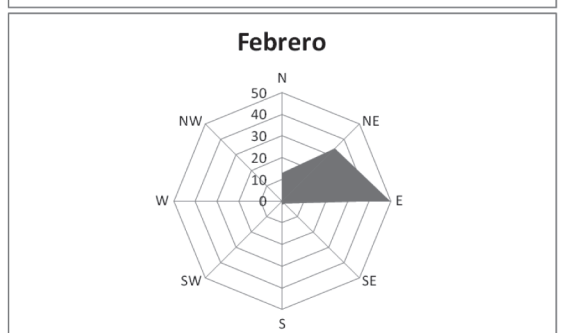
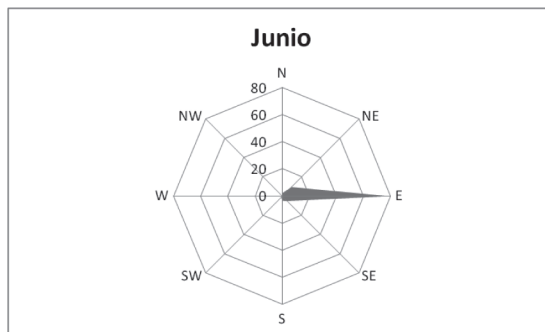
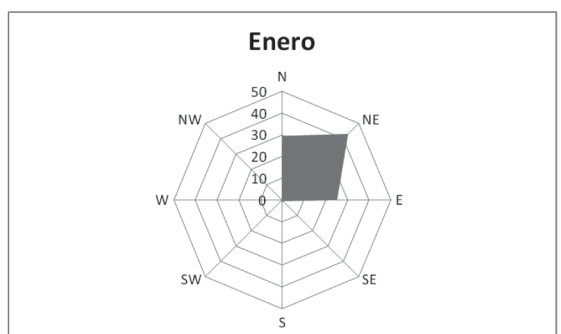
<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
Hay mucho sol y aire.	Hay algo de neblina por las mañanas.
La comunidad participa colectivamente en actividades.	Mal manejo de algunos recursos y los recursos se dañan o malgastan.
Hay abundante bosque de manglares.	No se potencializa la actividad pesquera.
Hay bastante agua de río y de lagunas.	Falta de agua potable.
Disponer de la playa.	Pocos recursos económicos.
La producción de pesca puede mejorarse con energía renovable.	No hay asistencia técnica.
Comunidad unida y organizada.	No hay electricidad.
	Solo se puede usar el transporte acuático.
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
Hay organizaciones amigas que quieren ayudar y la posibilidad de elaborar un proyecto de energía.	Daños al medio ambiente, las lagunas, la pesca, y el hábitat marino.
Puede haber crecimiento económico en la comunidad.	Fenómenos naturales dañen los equipos.
Dueños de su propia tierra y espacio marino.	Falta de apoyo económico.
Buena comunicación con las autoridades regionales.	La incidencia de políticos, sin interés en el desarrollo comunitario.
La ubicación de ambas comunidades a orilla del mar.	
Toda la producción de la pesca tiene mercado seguro.	

## Gráficas de la velocidad del viento (m/s) por mes durante el año





## Gráficas dirección del viento por mes durante el año





## Gráficas del brillo solar por mes durante el año

