

**PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA
PARA LA POBLACION VEREDAL PRINGAMOSAL LOS PASOS GUAMO TOLIMA**

JOSE GUILLERMO DIAZ ROJAS

COD: 270697

INGENIERO AMBIENTAL

**ESPECIALIZACION EN PLANEACION AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL
DE LOS RECURSOS NATURALES**

BOGOTA D.C

2016

**PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA
PARA LA POBLACION VEREDAL PRINGAMOSAL LOS PASOS GUAMO TOLIMA**

**PROPOSAL OF USE OF PHOTOVOLTAIC ENERGY FOR THE POPULATION
VEREDAL PRINGAMOSAL THE STEP GUAMO TOLIMA**

José Guillermo, Díaz Rojas

Ingeniero Ambiental, Profesional de Apoyo de Seguimiento y Control, Secretaria Distrital de Ambiente
Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, u2700697@unimilitar.edu.co

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la propuesta de implementación de paneles solares para la población veredal Pringamosal los Pasos del Municipio del Guamo Tolima, mediante una investigación exhaustiva de las condiciones climáticas de la región y la población a beneficiar, se procedió a realizar los diseños correspondientes para el aprovechamiento energético y evaluar los costos beneficios de la implementación de esta propuesta tecnológica. A la hora de realizar los diseños correspondientes de los paneles solares, se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones; la radiación solar, fue uno de los ejes fundamentales para evaluar el diseño y las características de funcionamiento del sistema. Con los resultados obtenidos en esta investigación, se logra evidenciar el potencial energético de 1643 kW. Teniendo el potencial energético se decide utilizar paneles de 300 Watios, para captar la mayor cantidad de radiación solar y convertirla en energía eléctrica para satisfacer las necesidades de la comunidad. Se realiza el cálculo de Watios que demanda cada vivienda y da un resultado de 2828 Wh/Día, por tal razón se decide implementar 10 paneles solares que dan una capacidad de 3000 Wh/Día. Esto da una inversión por vivienda de 23.600.000 mil pesos y para el total de las 93 viviendas da un presupuesto total de 2.198.800.000 que es recuperable a largo plazo. Además los paneles tienen una vida útil de 30 años sin realizar ninguna clase de mantenimiento, que si se le desarrolla un mantenimiento cada 10 años podemos garantizar una vida útil hasta 50 años de funcionamiento para la población.

Por último se contribuye con el medio ambiente, pues se reduce la emisión del CO₂ y se abre alternativas para implementar tecnologías de aprovechamiento de energía solar, eólica entre otras alternativas que pueden mejorar la calidad de vida de la comunidad que no cuenta con 100% de cubrimiento de energía eléctrica.

Palabras clave: Paneles Solares, Energías Renovables, Fotovoltaica, Beneficio Ambiental.

ABSTRACT

In this research the proposed implementation of solar panels for veredal population Pringamosal Steps of the municipality of Guamo Tolima was evaluated by a thorough investigation of the climatic conditions of the region, the population benefit, proceeded

to make the appropriate designs for energy use and evaluate the cost benefits of implementing this technological proposal. When performing the corresponding designs of solar panels, the following conditions are taken into account; solar radiation, was one of the cornerstones for evaluating the design and operating characteristics of the system. With the results obtained in this investigation, is achieved demonstrate the energy potential of 1643 kW. Given the energy potential is decided to use panels of 300 watts, to capture more solar radiation and convert it into electricity to meet the needs of the community. Watio calculating that each housing demand is made and gives a result of 2828 Wh / day, for this reason it was decided to implement 10 solar panels that provide a capacity of 3000 Wh / Day. This gives an investment of 23,600,000 pesos housing and for the total of 93 homes for a total budget of 2,198,800,000 which is recoverable in the long term. In addition the panels have a useful life of 30 years without any kind of maintenance that if you develop a maintenance every 10 years can guarantee a shelf life up to 50 years of operation for the population.

Finally contributes to the environment, since the emission of CO₂ is reduced and alternatives open to implement technologies using solar, wind and other alternatives that can improve the quality of life of the community that does not have 100% covering power.

Keywords: Solar Panels, Renewable Energy, Photovoltaic, Environmental Benefit.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad colombiana, la falta de energía eléctrica dentro del territorio rural incide de manera negativa en las condiciones de calidad de vida de los habitantes e igualmente dificulta el desarrollo de las actividades domésticas y la productividad agropecuaria, labores que influyen en el desarrollo rural [1].

Por ejemplo, los habitantes de la vereda PRINGAMOSAL LOS PASOS del municipio del Guamo Tolima, tienen diversas problemáticas asociadas a la falta del servicio eléctrico, entre ellos el de la salud, al no refrigerarse los alimentos se generan enfermedades gastrointestinales tales como, diarreas, vómitos o fiebre. Otra problemática es la inseguridad, al no contar con alumbrado en los alrededores de sus hogares aumentan los hurtos, como última dificultad se tiene el tema de la educación, pues se afectan directamente el aprendizaje de los jóvenes de la región al no contar con este servicio.

Por otra parte, las energías renovables, como la fotovoltaica, la eólica y la hidráulica, son vistas como una solución por su carácter inagotable y su menor efecto contaminante hacia el ambiente. Actualmente, los países como Japón, Italia, Grecia, EEUU entre otros, están innovando en las instalaciones fotovoltaicas como objetivos estratégicos para la generación de energía eléctrica de forma masiva para las poblaciones.

En el caso de Colombia, la Ley 697 de 2001 conocida como la ley URE delegó la responsabilidad al Ministerio de Minas y Energías para el diseño del programa de uso racional y eficiente de sistemas no convencionales -(PROURE), cuyo objetivo principal es la creación de programas para incentivar el uso de energías alternativas. Con esta ley que se generó, abre las opciones para poder desarrollar tecnologías limpias que puedan generar beneficios tanto, económico, social y de desarrollo para poblaciones.

La generación eléctrica a partir de energía solar en Colombia, se ha empleado en los sectores rurales, por los altos costos de generación originados principalmente por el precio de los combustibles, costos de operación y mantenimientos en las distintas zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica y confiable en el largo plazo [2].

Como caso típico, se tiene el de la vereda San Antonio del municipio de Firavitoba Boyacá, en esta zona se implementó este tipo de energía solar para bombear el agua del acueducto rural, la bomba de este acueducto funcionaba antes con energía eléctrica y el costo de consumo era bastante alto. Al implementar los 22 paneles solares que se requerían para el funcionamiento del sistema de bombeo, se evidenció la reducción en 99% el costo de la energía según afirmó el mandatario local [3].

Este proyecto de energía solar, tuvo una inversión cercana de 80 millones de pesos, en el cual se evaluaron la radiación solar de la zona, el equipo de inversor y el regulador que controlaba la bomba. Con esta propuesta se beneficiaron 125 familias y se pretende ampliar el servicio del acueducto hasta la vereda Baratoa.

Sin duda alguna, podemos evidenciar las pequeñas aplicaciones que se tienen en el sector rural a pesar de su alto potencial energético disponible en el país, parte de sus aplicaciones han sido limitadas debido a las mejores condiciones económicas que representan la generación hidráulica comparada con la energía fotovoltaica, por el desconocimiento y carencia de un marco legal lo cual no ha permitido grandes inversiones en este sector.

Por eso, es importante tener un amplio conocimiento de las tecnologías existente y su aplicación, los costos que implican un proyecto de generación fotovoltaica y de la legislación, caso puntual la ley URE que generan incentivos para poder realizar análisis técnico y económico que permitan establecer la viabilidad de desarrollar estas propuestas tecnológicas.

En esta investigación se crea una propuesta de aprovechamiento de energía solar para la población veredal Pringamosal los Pasos del Municipio del Guamo Tolima, considerando la escases del recurso y la oportunidad de contribuir al uso de nuevas formas de generación de energía eléctrica para la población, que sirvan del punto de partida a las actividades que debe emprender la región para sus demás veredas, con esto lograr la capacidad de desarrollar proyectos a pequeña y mediana escala en este nuevo campo.

En donde se plantean unos objetivos que pretende apuntar a una propuesta de aprovechamiento energético, determinando las características de los paneles solares

para la población y evaluar los costos beneficios en la implementación de energías renovables. Para poder cumplir el 100% de los objetivos, la metodología que se utilizara para esta investigación es la de analizar y comparar proyectos similares que se han implementado en las zonas rurales de Colombia.

1. METODOLOGIA

La metodología para el estudio consistió en cinco pasos fundamentales; i) diagnóstico y revisión bibliográfica exploratoria, ii) desarrollo de los objetivos específicos, iii) aplicación de los paneles en Colombia, iv) resultados y v) análisis y conclusiones.

La investigación se desarrolla en la vereda Pringamosal Los Pasos del municipio del Guamo Tolima. Según censo en el año 2015, se tiene identificados 93 hogares que conforman la zona rural de este municipio. Información suministrada por la secretaria de planeación municipal, se tiene una cobertura del 50% de redes eléctricas y 50% restantes no cuenta con el suministro de energía [4].

La actividad económica de la región se centra en la producción lechera, venta y compra de ganado para engorde, la agricultura en la que se destaca la siembra de maíz y de sorgo. Estas actividades de la zona rural, mueven un 38% los ingresos económicos del municipio [4].

Pero la falta del servicio eléctrico está afectando la productividad económica de la región y se están reduciendo la productividad de las zonas rurales.

Para mejorar las condiciones de la región, se pretende aplicar una propuesta de innovación tecnológica que supla las necesidades de la

comunidad, que generen mayores beneficios económicos para el municipio, además adquirir los subsidios que están otorgando el Ministerio de Minas y Energías con colaboración del Ministerio de Ambiente.

1.1 DIAGNOSTICO

El municipio del Guamo Tolima, en sus tres mandatos anteriores, no se venía realizando ninguna gestión para acceder a los beneficios que otorga el Ministerio de Minas y Energías para la implementación de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de energía eléctrica. Con la nueva administración municipal que empezó en el año 2016, se pretende implementar estas propuesta para la zona rural, específicamente en la vereda Pringamosal los Pasos y determinando si es ambientalmente y económicamente sostenible, poderlas aplicar a las 32 veredas restantes que cuenta el municipio del Guamo Tolima.

Para poder desarrollar esta propuesta, se llevó a cabo una extensa consulta bibliográfica, que consiste en la revisión de artículos sobre la gestión de energías renovables, trabajos de grados, normatividad colombiana relacionada con energías alternativas, consultas con personas expertas en el tema y otras fuentes de información.

La revisión bibliográfica permitió evidenciar las características del

problema de estudio y determinar los referentes teóricos más relevantes. Se revisaron publicaciones que con anterioridad han abordado el tema de la gestión de nuevas energías en Colombia y en el mundo para reforzar la estructura de este trabajo investigativo.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES SOLARES PARA LA POBLACIÓN.

La tierra, como los demás cuerpos celestes, se encuentra en movimiento rotacional y trasnacional, están sujetas a más de diez movimientos cada 24 horas, exactamente cada 23 h 56 minutos, da una vuelta completa alrededor de un eje ideal, que atraviesa por los polos, en dirección Oeste-Este, en sentido directo (contrario al de las agujas del reloj).

A estos movimientos se le denominan rotación y se debe a la sucesión de días y noches, siendo de día del tiempo en que los horizontes aparecen iluminado por el sol [5].

Al conocer como es el comportamiento del sistema solar, al alrededor de la tierra, se pueden evaluar las condiciones climáticas y las ventajas que se tiene al percibir los rayos solares que son emitidos y reflejados en todo el territorio que conforman el planeta tierra.

Colombia es uno de los países beneficiados con el potencial energético en promedios diario de radiación solar global, brillo y radiación ultravioleta solar que incide sobre la superficie plana por metro cuadrado. La radiación solar brinda la información necesaria para poder determinar las

características de los paneles y cuantificar la energía solar que incide sobre la superficie del país [6].

En general, Colombia tiene un buen potencial energético solar en todo el territorio, con un promedio diario multianual cercano a 4,5 kWh/m², destacándose el potencial de la Península de la Guajira, con un valor promedio de 6,0 kWh/m².

A continuación, se va a relacionar el promedio multianual de energía solar por regiones, que se deben tener en cuenta a la hora de determinar las características de los paneles solares.

Tabla 1. Distribucion Solar Por Regiones

REGION	kWh/m ² /año
GUAJIRA	2.190
COSTA ATLANTICA	1.825
ORINOQUIA	1.643
AMAZONIA	1.551
ANDINA	1.643
COSTA PACIFICA	1.278

Fuente: Elaboración propia, 2016

Teniendo el conocimiento de la cantidad de radiación solar que se tiene anualmente por regiones del país, se pueden dictar los programas de electrificación rural.

Conociendo el potencial energético que cuenta la región andina, se procede a realizar una visita de campo a la vereda Pringamosal los Pasos, dicha visita se realizó el 15 de octubre del 2016, evidenciando los equipos eléctricos que cuenta los hogares y cuantificar el consumo en Wh/día.

Tabla 2. Equipos Electrónicos Por Hogar

EQUIPO	CANTIDAD
BOMBILLOS	4
RADIO	1
TELEVISOR	1
NEVERA	1

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

A continuación, se realiza el cálculo de las cargas a alimentar por el sistema fotovoltaico, de las cuales se estima su potencia promedio, la potencia total demandada y el consumo eléctrico diario aproximado, calculando con base a una estimación de las horas de uso promedio de cada una de las luminarias y los equipos eléctricos.

Tabla 3. Consumo de Wattios Por Dia

Cantidad	Carga	W	W Totales	Horas Uso/Día	Consumo Diario
4	Bombillos	7 W	28 W	6 h	168 Wh/Día
1	Radio	20 W	20 W	4 h	80 Wh/Día
1	Televisor	38 W	38 W	6 h	228 Wh/Día
1	Nevera	98 W	98 W	24 h	2532 Wh/Día
				Total	2828 Wh/Día

Fuente: Elaboración Propia, 2016

Conociendo que el consumo total diario de un hogar con los equipos que se calcularon en la tabla 3, se procede a realizar la consulta bibliográfica de los equipos del sistema fotovoltaico que se requiere para abastecer el sistema.

Tabla 4. Características del Sistema Fotovoltaico

Cantidad	Equipo	Características
1	Panel Fotovoltaico	12 V / 300 W
1	Batería Ciclo Profundo	12 V / 300 W
1	Regulador de Carga	12 V / 10 A
1	Sistema Eléctrico de Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evaluación Nivel de Batería ❖ Supervisión Corriente Panel ❖ Control/selección de Fuente ❖ Alerta de Alarmas

Fuente: Elaboración, Propia 2016.

Buscando cubrir las necesidades de este sistema y tomando como referencia los cálculos realizados en la demanda de energía, se plantea la implementación de un sistema de transferencia eléctrica automática (TEA).

El panel solar que se acoge para este proyecto investigativo y según consultas bibliográfica es de características de monocristalino, cubierto por una superficie en vidrio, que permite una máxima transmisión de luz y resistencia a los golpes de hasta 5 pie-libra y garantiza mayor durabilidad superior a 30 años conservando una potencia de salida de energía del 80%.

El sistema eléctrico de transferencia, verifica permanentemente el estado del panel solar (medición corriente), mediante una entrada análoga, en caso de presentarse en fallas en este suministro, ya sea por poca radiación solar o fallas en el panel. Lo que hace este sistema es evaluar si la batería requiere ser cargada.

El regulador de carga solar, ofrece diferentes protecciones de manera integrada, evitando así el diseño e inversión en etapas individuales adicionales de protección para cada uno de los dispositivos conectados al sistema fotovoltaico, entre las funciones ofrecidas se destacan desconexión por sobretensión en la batería, protección contra descarga total, protección contra la polaridad inversa de los módulos, la carga y la batería entre otros servicios.

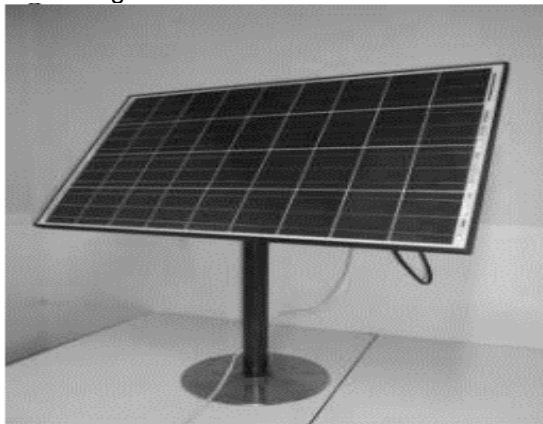
Además, se encarga de controlar los niveles de corriente y voltaje que generan los paneles solares, también

se encarga de mantener el nivel nominal de las baterías.

La batería de ciclo profundo, tiene conectores tipo automotriz, sistema caja-tapa termo sellado y fabricado en polipropileno de alto impacto, tapones con dispositivo anti flama y separadores de fibra de vidrio para evitar incendios en el sistema.

Adicionalmente, se tiene pensado colocar una estructura metálica, aunque no sea componente fundamental en la generación de energía solar, si es un aparte primordial porque sostiene el panel y gracias a la forma que tiene su estructura puede hacer que el panel gire sobre el eje Z y el Y de manera independiente entre su estructura misma [5].

Imagen 1. Estructura del Panel Solar



Fuente: Andrés Felipe Eslava, 2015 [1]

1.3. Costos beneficios en la implementación de los paneles solares.

Para este proyecto se quiere abarcar un tema fundamental en el proceso productivo de país y poder desarrollar tecnologías que permita generar energía eléctrica a bajo costos en

lugares donde no hay acceso directo o es parcial la distribución de energía.

Para esto es fundamental aplicar el modelo que se calculó y se diseñó, que pueda servir para futuras investigaciones o proyectos de energización para el resto de veredas.

Lo anterior, permite ofrecer el modelo a escala real para poder suplir o complementar el uso de energía eléctrica que se usa actualmente y de ser el caso poder llegar a ser un reemplazo de las fuentes de energías no renovables que se usan en distintos sitios, para suplir el consumo de energía eléctrica que no llega a ser del todo buena por su alto nivel de contaminación ambiental.

En vista del diseño que se planteó, se decidió generar una cotización ideal de los costos implementados sobre este proyecto y también poder abarcar o estipular los precios del mismo, en caso dado de querer implementar una idea como esta para la vereda Pringamosal los Pasos.

En el mercado para poder realizar la cotización de los paneles solares, se toma el valor actual que es (COP 2700 vatio), debido a esto se optó por adquirir un panel con una equivalencia de 300 vatios.

A continuación, se realiza la estimación de los componentes de los paneles solares.

Tabla 5. Componentes Total del Sistema Fotovoltaico

Elemento	Valor Final
Panel Solar (300W) x 10 unidades	8.100.000
Regulador Controlador de Voltaje para el Panel x 10 unidades	1.800.000
Estructura Metálica x 10 unidades	2.000.000
Baterías de Almacenamiento x 10 unidades	10.000.000
Inversor de Corriente para Panel Solar x 1unidad	1.200.000
Otros Materiales Adicionales	500.000
Valor Total	23.600.000

Fuente: Elaboración Propia, 2016

Revisando el valor estimado de los paneles solares para una vivienda, da una inversión de 23.600.000 pesos colombianos, si amplían esta propuesta para las 93 viviendas que cuenta la zona veredal de Pringamosal los Pasos del Municipio del Guamo Tolima da un total de 2.198.800.000.

Esta inversión comparada con las líneas de electrificación rural, resulta más asequible desde el punto económico. Como ejemplo tenemos la inversión de electrificación de la zona rural Villa Tulumba que costo 3.656.680.000, comparado con la de los paneles solares resultan como mejor opción [7].

Además del beneficio económico, los paneles solares tienen una duración superior a 30 años sin realizarle ninguna clase de mantenimiento, por lo cual nos ahorra por ese periodo de tiempo una gran cantidad de dinero, desde el punto de vista ambiental, contribuye con la disminución de la temperatura del planeta, pues al no tener que pasar líneas de energías no se deforestan las zonas rurales.

Igualmente, se solucionan los problemas sociales, económicos y de educación. Se mejora la educación al permitir la introducción de unidades de cómputo, con internet o con aprendizaje a distancia si no se cuenta con los maestros suficientes. Se reduce el aislamiento y la marginalización gracias a las mejoras en los canales de información y comunicación, tales como la telefonía, la TV, el radio entre otras [8].

Para el tema de seguridad, los paneles solares permite la implementación de medidas de sistemas de alarmas remotas, rejas eléctricas y sistema de alumbrado público alrededor de los hogares.

Si se quiere ser más ambiciosos con el proyecto, se puede implementar en la prevención de desastre naturales, al contar con la posibilidad de instalar repetidores y receptores de radio, de medir el clima y obtener esos datos de manera remota y transmitirlo de manera inmediata a las autoridades de emergencias, por ejemplo midiendo los niveles de los ríos.

Todos estos costos beneficios, fomentan la productividad de los campos colombianos, preserva los alimentos. Aumenta el bienestar social, el crecimiento económico y permitirá contar con los medios necesarios para poder costear la electricidad.

1.4. Aplicación de los paneles solares en Colombia.

En Colombia se viene desarrollando pequeños proyectos de implementación de paneles solares, el primer proyecto que se desarrollo fue para una finca que tiene de consume 1 Kw/hora.

La universidad San Tomas, Diseña un prototipo inicial que supla con la demanda energética de la finca. Para este diseño e implementación se requirió comprar todos los materiales nuevos, se quería saber en principio un costo inicial que podría llevar implementarlo a gran escala, por lo cual se requirió indagar los mejores precios acordes al mercado nacional.

En la búsqueda de precios acordes, se decidió descartar la idea principal de comprar los materiales principales en el mercado internacional, este a pesar de ser más económico, podría aumentar drásticamente los precios al ser enviados hacia Colombia debido a los impuestos por el peso y el nivel de tamaño de los mismos [1].

Después de adquirir los elementos nacionales, se procede a realizar las instalaciones y las pruebas correspondientes de los paneles solares.

Se llega a la conclusión en este trabajo, que los sistemas implementados pueda tener un alto desempeño, se debe tratar de aplicar estos sistemas a lugares geográficos en los cuales se pueda aprovechar la disposición del terreno empleado, de cierta manera que no vayan a tener mayores obstrucciones que impidan la utilización máxima del sol.

Cabe recordar que aunque estos proyectos no son del todo económicos al momento de ejecutarlos en un corto plazo, podrían ser una solución hacia un largo plazo, ya que el costo final se podría ver reflejado en un periodo aproximado de 5 años, por medio de los bajos costos que permiten tener estos

sistemas en funcionamiento y el beneficio de obtener energía 100% limpia y constante.

Con lo anterior, se puede evidenciar que estos proyectos son viables desde el punto económico. Porque tienen un retorno de la inversión en un tiempo menor a 5 años, si se mira desde la parte ambiental, disminuye las emisiones del CO₂ y se aprovecha la radiación solar que se refleja en el planeta tierra.

El segundo proyecto de aplicación de un sistema de generación solar fotovoltaica, se generó para la población de WAYUU del municipio de Uribía la Guajira. Considerando el potencial de riqueza energética que tiene el departamento de la Guajira.

Se propone el diseño e implementación de un sistema de generación solar para las viviendas y unidades de atención pública importantes como el hospital y la planta de desalinización.

El proyecto que se llevó a cabo, benefició a 3000 habitantes de la población de Wayuu. Permitiendo mejoras en sus condiciones de vida, incentivando el desarrollo cultural con el acceso a nuevas tecnologías y promoviendo el desarrollo económico de la región [9].

Como último proyecto, se tiene el de la población de Carupana Casanare, que inicialmente contaba con energía eléctrica, pero el invierno hizo que las condiciones del suelo se volvieran inestables y esto generó que los postes que transporta las redes eléctricas se cayeran en esta población.

En donde se implementaron el sistema de paneles solares, que satisfaga las necesidades de la comunidad y de los centros públicos de Carupana [10].

Con estos tres casos anteriores que se demuestran, nos da la plena confianza que Colombia, se vienen desarrollando proyectos importantes en el sector de innovación tecnológica, que esto de una manera directa, contribuye con el medio ambiente y la economía de los sectores donde hace falta el recurso eléctrico.

2. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron de este trabajo investigativo fueron los siguientes;

El municipio del Guamo Tolima, que se encuentra situado en la zona Andina del territorio nacional, tiene unos de los mayores potenciales de radiación solar que percibe el territorio Colombiano. Que a la hora de desarrollar la propuesta de aprovechamiento energético, mediante la captación de la luz solar, resulto viable la implementación de los paneles solares en la zona rural de la vereda Pringamosal los Pasos.

En la siguiente tabla se muestra el potencial de radiación solar, convertidos en Watios (W) para el aprovechamiento energético de la zona.

Tabla 6. Potencial de W por Radiación Solar Hora Anual

Radiación Solar (kW)	Potencial de W
1643	1.643.000

Fuente. Elaboración propia, 2016.

Con esta información, se evidencia el potencial energético que cuenta el municipio del Guamo Tolima, este potencial es equivalente a los 12 meses

del año, que nos garantiza el suministro constante de energía por parte de las condiciones climáticas de la región y se pueda utilizar para satisfacer las necesidades de la comunidad.

Los meses que se tiene mayor radiación solar, es en los meses de enero y Julio que son los periodos de verano en la población.

Con los resultados que se obtuvieron en la investigación, se procede a ser un promedio.

Tabla 7. Promedio Mensual de Radiación

Periodo	Radiación solar promedio mensual
Enero	143.0
Febrero	136.0
Marzo	136.0
Abril	136.0
Mayo	136.0
Junio	136.0
Julio	140.0
Agosto	136.0
Septiembre	136.0
Octubre	136.0
Noviembre	136.0
Diciembre	136.0
Total Anual	1643 kW

Fuente. Elaboración propia, 2016.

Conociendo los promedios mensuales de radiación solar del municipio, los resultados de implementar paneles solares son los ideales y tiene toda la capacidad de suministrar energía a cada vivienda que se encuentran situadas en la zona.

Los paneles que se utilizaron en el proyecto son de una capacidad hora de 300 W, para satisfacer las demandas eléctricas de la población.

Se realizó los cálculos correspondientes y cada hogar requiere la implementación de 10 paneles solares, esto da una inversión de 23.600.000 en todo lo que son paneles y complementos del sistema.

En investigaciones similares, se tiene una recuperación del presupuesto invertido en menos de 10 años, en el caso del trabajo investigativo, se tiene estipulado el retorno de la inversión en un tiempo no menor a 8 años con los precios del mercado actual, lo que nos da la seguridad que se pueden recuperar la inversión en ese tiempo estipulado.

Según Erik Solheim, director de las Naciones Unidas para el Medioambiente, es muy prometedor que todas las naciones empiecen a afrontar todos los cambios que se tiene que hacer para pasar del carbón a la energía solar y las otras fuentes renovables [11].

Colombia está tomando un paso muy importante, que es incluir en el presupuesto el impuesto al carbono. Todo esto puede influir que proyectos de renovación tecnológicas, tengan el presupuesto necesario para poder desarrollar estos proyectos que mejoren la productividad de las zonas que lo requieran.

Se tiene una gran expectativa con la reunión de COP 22, porque se enfocara medidas de adaptación de las energías alternativas. Lo que se quiere en esta reunión de las naciones, es mostrar los proyectos que se vienen desarrollando en los países como son Marruecos, que tiene la planta solar

más grande de energía solar, detrás de este país, lo viene siguiendo en desarrollo energético, países como Costa Rica y Uruguay que en menos de so años tendrán el 100% de energías renovables en todo su territorio [11].

Con todo esto que se viene desarrollando a nivel mundial y los resultados que se obtuvieron para la población rural de la vereda Pringamosal los Pasos, podemos decir con seguridad que este trabajo tiene los resultados económicos y ambientales necesarios que se puedan asimilar para el resto de veredas del municipio del Guamo Tolima.

Si se quiere ser un poco más ambiciosos con este proyecto de producción de energía limpia, se puede aplicar el potencial energético que se tiene en todas las zonas regionales del país, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Distribucion Solar Por Regiones

REGION	kWh/m ² /año
GUAJIRA	2.190
COSTA ATLANTICA	1.825
ORINOQUIA	1.643
AMAZONIA	1.551
ANDINA	1.643
COSTA PACIFICA	1.278

Fuente: Elaboración propia, 2016

Todo este potencial, puede ser aprovechado para generar sistemas de abastecimientos energéticos, como ejemplo la región de la Guajira no solamente se puede utilizar la radiación solar como fuente de generación, sino también los fuertes vientos que se generan en la zona se pueden utilizar para la generación de energía eólica

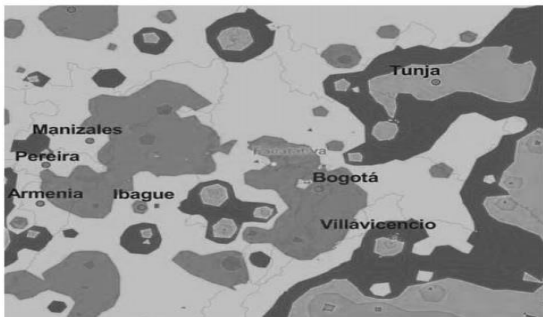
para toda la población, las cuales no tienen acceso a estos servicios.

En el caso de la región de la Costa Atlántica, que se ve afectada por los constantes cortes de energía por la empresa Electricaribe, se puede empezar a desarrollar proyectos que satisfaga las necesidades de la comunidad.

En general se podría utilizar para el resto de regiones, por eso es importante los resultados de estos estudios y anteriores, para empezar a generar soluciones de abastecimiento energético, más importante desde la gestión ambiental, contribuimos a la disminución de las huellas de carbono, mejorando la calidad de vida de las personas.

Con toda esta información recolectada de estudios, se proceden a elaborar mapas de radiaciones solares con los resultados que se obtuvieron.

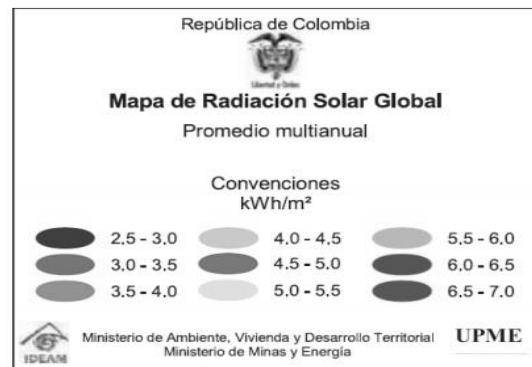
Imagen 2. Mapa de Radiación Solar Andina



Fuente. Atlas de Radiación Solar MADT [6].

A continuación se representa en la imagen 3 las escalas de radiación según el Ministerio de Ambiente.

Imagen 3. Escalas de Radiación Solar



Fuente. IDEAM, 2015 [6].

3. Análisis y Conclusiones.

Después de haber analizado los resultados obtenidos y de hacer una exhaustiva investigación, se puede concluir lo siguiente.

Al haber realizado consultas bibliográficas sobre las condiciones climáticas de la región de estudio, población de la cual se iba a beneficiar, se procede a realizar una propuesta de aprovechamiento de energía fotovoltaica que satisfaga las necesidades de la comunidad.

Se determinaron las características de los paneles solares, de una capacidad 300 Watios (W), que garantiza el suministro diario de energía para el desarrollo de las actividades del hogar.

Se toma la decisión de implementar un total de 10 paneles solares que suministren 3000 W, 10 baterías, un convertidor de energía, que garantice el suministro constante y el almacenamiento en horas de la noche para los equipos que los requieran.

En una visita de campo realizada en el mes de octubre, se logró calcular el consumo de energía de cada una de las viviendas y su consumo día era 2828

Wh/Día. Por lo tanto se optó por el diseño de los paneles de esa capacidad.

Se procede a evaluar los costos beneficios de la implementación de esta propuesta tecnológica, para una vivienda de la región, la inversión del sistema equivale a 23.600.000.

Implementándolo a las 93 viviendas que se tienen censado hasta la fecha, da una inversión total 2.198.800.000. Comparando con un proyecto similar de extensión eléctrica da una inversión total 3.656.680.000.

De esto podemos concluir que es viable la implementación de paneles solares que sale con una inversión menor comparada con la extensión de una red eléctrica.

Además los beneficios son mayores, los paneles solares tiene una duración de 30 años de funcionamiento sin tener que realizarle ningún mantenimiento.

Se garantiza el retorno de la inversión en un tiempo menor de 8 años, además se contribuye a la disminución de CO₂ al ambiente y por último se adquiere los beneficios económicos que otorgan algunas entidades del gobierno.

Vale la pena mencionar que estas propuestas tecnológicas pueden ser aplicadas en otras veredas de la región; lo que permite aumentar la implementación de tecnologías renovables y podemos contribuir con el medio ambiente.

Referencias Bibliográficas

[1] R. E. L. Peralta, La Energía Solar Fotovoltaica Como Factor De Desarrollo En

Las Zonas Rurales De Colombia, Bogota : Universidad Pontificia Javeriana, 2011.

[2] L. E. S. F. C. F. D, Metodologia Para La Formulacion De Proyectos De Generacion De Energia Electrica Por Medio De Paneles Fotovoltaicos, Bucaramanga : Universidad Industrial De Santander , 2010.

[3] El Tiempo Noticias , «El Tiempo,» Miercoles Julio 2016. [En Línea]. Available: <http://www.eltiempo.com/colombia/boyaca-7-dias/energia-solar-solucion-en-vereda-de-firavitoba/16643731>. [último acceso: miercoles octubre 2016].

[4] Jorge Enrique Mellado Vera, «Plan de Ordenamiento Basico del Municipio del Guamo Tolima,» alcaldia municipal del Guamo tolima , pp. 23-24, 2016.

[5] A. F. E.-. J. J. Olaya, Implementación de un Panel Solar Móvil Automatizado para Laboratorios, bogota : universidad católica de colombia, 2015.

[6] Atlas de Radiacion Solar en Colombia, «UPME,» Martes 4 Octubre 2016. [en línea]. available: http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/1-atlas_radiacion_solar.pdf. [último acceso: jueves 27 octubre 2016].

[7] C. E. Y. E. R. L. E. C. estado, «SCIELO,» 05 JUNIO 2006. [EN LÍNEA]. available: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1515-59942006000100013. [último acceso: sabado 29 octubre 2016].

[8] Energreencol, S.A.S, «Soluciones de Energia para Areas Rurales de Colombia,» Ruraltec Solutions, Cartagena de Indias , 2015.

[9] R. G. Jhon Sebastian Galviz, Proyecto Para La Implementación De Un Sistema De Generacion Solar Fotovoltaica Para La Poblacion Wayuu En Nazareth Corregimiento Del Municipio De Uribia La Guajira, Bogota : Escuela De Ciencias Administrativas, Contables, Economicas Y De Negocios Unad , 2013.

[1 R. E. Ladino, La Energia Solar Fotovoltaica
0] Como Factor De Desarrollo En Zona
Rurales De Colombia, Especificamente
Vereda De Carupana, Municipio De
Tauramena Casanare, Bogota :
Universidad Pontifica Javeriana, 2011.

[1 Laura Betancur Alarcon , «Ponerle Precio Al
1] Carbono Es El Camino Correcto,» Ponerle
Precio Al carbono Es El camino Correcto,
PP. 24-25, Sabado Octubre 2016.