

cuarta parte de los 2600 millones que siguen recurriendo al

Factibilidad económica de la extensión de la red eléctrica. (Comunidades rurales de Chone).

María Rodríguez Gámez, Washington Castillo Jurado, Antonio Vázquez Pérez, W. Manuel Saltos Arauz

1. Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. Ave Urbina y Ché Guevara, Portoviejo.

wcastillo@utm.edu.ec, mariarodriguez@utm.edu.ec, antoniov5506@gmail.com., wsaltos@utm.edu.ec

Abstract— Manabí's, Ecuador's province extends itself at Chone's municipality the electric long-distance grid bigger of 15 km for places mountainous to achieve to offer service of energy to the rural and difficult- access communities, existing another one sources of energy that can be used of punctual form at places moved away of the electric grid, existing potential of renewable sources of energy, that they find themselves available distributed at the territory that can be accepted the technical initiative of the microgrids in the distributed generation's mode, achieving with it to reduce losses and guaranteeing an electric service of quality. On-the-job a feasibility study becomes and the technical elements to make good use of the solar and wind potential for the generation of electricity, by means of systems once the grid was connected, autonomous system, pumping systems and public illumination.

Index Terms— Renewable energy potentials, rural electrification, energetic sustainable planning, territorial ordination..

I. INTRODUCCION

En los actuales lineamientos del programa energético del Ecuador, el cambio de la matriz está llamada a constituirse en una herramienta política, para el trabajo de planeamiento direccionado a cambiar la composición de la generación eléctrica con la incorporación de las fuentes de recursos renovables y poder garantizar la autonomía energética, teniendo como meta la consolidación de una base energética de indudable sostenibilidad (Parrondo J., 2012).

La voluntad del cambio está enfocada en aprovechar al máximo, el espectacular potencial hidráulico que posee el país; pero técnicamente tendrá que ponerse miras en las posibilidades de diversificación del servicio eléctrico, con el aprovechamiento de otras fuentes renovables que al igual que la hidráulica presentan una formidable disponibilidad, e incluso en algunos casos es superior, como resulta el potencial solar en las zonas costeras.

La electricidad constituye una parte básica de las necesidades del hombre moderno, al igual que el suministro de agua limpia, el cuidado médico, la educación, etc. A pesar de los extraordinarios avances tecnológicos experimentados en el campo de la generación de electricidad, su transmisión y distribución, en la actualidad existen en el mundo más de 1300 millones de seres humanos que no disponen de servicios eléctricos y África concentra cerca de la mitad de esas personas, además de que en ese territorio conviven aproximadamente, una

tradicional uso de biomasa para cocinar (AIE, 2013).

Las personas que residen en áreas rurales donde no ha llegado el servicio eléctrico, llevan una vida difícil con serias limitaciones para realizar tareas de orden social en las noches, no tienen acceso a los medios de difusión y durante la mitad de las 24 horas del día reinan el silencio y la oscuridad para su vida social.

El acceso a la electricidad genera potencialidades de mejora de la calidad de vida y la incorporación activa de las personas a una vida social saludable e integrada, el servicio eléctrico permite reducir la marginalidad, incrementar la seguridad ciudadana, así como mejorar la salud pública y la educación entre otras ventajas. Las posibilidades de estar bien informados y el esparcimiento que propicia el uso de la radio y la televisión, permite que la vida se torne diferente en regiones aisladas, el almacenamiento adecuado e higiénico de los alimentos con el uso de refrigeradores mejora las condiciones sociales.

La electrificación rural constituye un importante reto para el gobierno ecuatoriano, en función de lograr los objetivos trazados en el programa del buen vivir de las personas del campo. El suministro de energía contribuye a reducir los índices de pobreza, la marginalidad y se logran mejorar las condiciones sanitarias, propiciando el crecimiento económico mediante la competitividad y el incremento de las producciones agrícolas.

Actualmente existen diferentes formas de llevar la electricidad a los hogares de comunidades rurales aisladas, una de ellas es la extensión de red, las microrredes o redes aisladas y los sistemas domiciliarios (Parrondo, J. 2012).

Electrificar el medio rural conlleva proveer de suministro eléctrico a todas las comunidades, independientemente de la tecnología, las fuentes de energía que se utilice y la forma de generación empleada.

La electrificación rural se caracteriza principalmente por una baja densidad de carga local, por lo que se deben realizar estudios de factibilidad que satisfagan económicamente la variante tecnológica que se emplee.

Existen experiencias en países como España, donde se han realizado estudios en vivienda patrón unifamiliar de cuatro individuos, ubicada en diferentes lugares geográficos del territorio español (Huelva, Zaragoza y Vitoria) para establecer comparaciones. Se evaluaron con el objetivo de abastecer tanto

de una instalación solar térmica, como de una instalación fotovoltaica (Andara, 2010).

En el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), han desarrollado una metodología a partir del uso de los sistemas de información geográfica (SIG), para la electrificación rural con energías renovables plasmada con el desarrollo del modelo IntiGIS, el modelo incluye algoritmos orientados al cálculo del costo de Electrificación Equivalente (Carlos and autores) que permiten, a través de una aplicación SIG, evaluar la opción más competitiva para la electrificación de áreas rurales carentes de este servicio. La aplicación incorpora además herramientas de control para valorar la incertidumbre inherente a los resultados, el análisis de sensibilidad espacial, el modelo ha sido validado en varios países latinoamericanos (Pinedo, 2012).

Hay países vecinos como Perú y Chile que han realizado esfuerzos para cumplimentar el plan de electrificación en áreas rurales, para ello utilizan diferentes formas en función de hacer los estudios de factibilidad económica.

En este trabajo se realiza un estudio de factibilidad económica en comunidades ya electrificadas mediante la extensión de la red eléctrica, pero que realmente no se ha podido ofrecer un servicio de calidad debido a la distancia y la dispersión de las comunidades en relación con la red.

El objetivo del trabajo está enfocado, en presentar los elementos económicos que demuestran la factibilidad del aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, para asegurar el servicio eléctrico en zonas alejadas de la red y proponer el uso de nuevas formas de generación de energía que permitan brindar un mejor servicio y que diversifiquen la matriz energética en ese territorio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el estudio se visitó el municipio de Chone, que se encuentra en la provincia de Manabí, donde parte de su territorio es de relieve montañoso y las viviendas de la zona rural se encuentran dispersas, para realizar la investigación se tomó información de las distancias a la que se ha extendido la red eléctrica a cuatro grupos poblacionales dispersos y se analizaron los costos de los elementos que componen la infraestructura del servicio eléctrico en toda su extensión.

Se utilizó un sistema de información geográfica (SIG) para determinar las distancias de la red de distribución y para el análisis de los potenciales renovables (solar y viento).

Para el mapa de relieve de Ecuador se tomó información del modelo digital de elevaciones (Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation Model ASTER GDEM Versión 1, donde se hace un análisis

cobertura de la tierra utilizando referencias WGS84/EGM96 (GDEM, 2011).

La cartografía del Ecuador utilizada fue bajada de la página web de acceso libre del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2013).

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Manabí es una provincia ecuatoriana localizada en el emplazamiento centro-noroeste del Ecuador continental, cuya unidad jurídica se ubica en la región geográfica del litoral, que a su vez se encuentra dividida por el cruce de la línea equinoccial. Su capital es Portoviejo, que fue fundada en marzo de 1535.

Tiene una superficie territorial de 18400 km², siendo la provincia más extensa del litoral. Limita al oeste con el Océano Pacífico, al norte con la provincia de Esmeraldas, al este con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos, al sur con la provincia de Santa Elena y al sur y este con la provincia de Guayas. Posee una población de 1,395.249 habitantes, es la tercera provincia más poblada de Ecuador con 75,8 habitantes por kilómetro cuadrado.

En el relieve de la provincia predominan las extensas llanuras del litoral. De la provincia del Guayas viene la cordillera costanera del Chongón-Colonche, que da origen a los cerros de Paján y Puca. Las elevaciones no sobrepasan los 500 metros sobre el nivel del mar. En el cantón Montecristi existen cordones aislados de los cerros de este nombre y los cerros de Hojas. Hacia el norte se dirige la Cordillera de Balzar, que comprende los cerros de Los Liberales y de Canoa; de allí sigue un ramal que se une con los cerros de Jama y se continúan hacia el norte con los cerros de Coaque.

El perfil costero de la provincia se extiende 350 km de la Costa del Pacífico. Los accidentes geográficos de mayor importancia son de norte a sur: la península de Cojimíes; los cabos Pasado, San Mateo y San Lorenzo, las puntas Cojimíes, Surrone, Brava, Charapotó, Jaramijó, Cayo y Ayampe; las bahías: de Cojimíes, de Caráquez y de Manta; las ensenadas: Jama, Crucita, Cayo o Machalilla.

La provincia es privilegiada por sus extensiones de playas, desde Ayampe en el sur, hasta Pedernales en el norte, con un importante atractivo turístico para la región.

El Clima oscila entre tropical seco a tropical húmedo y está determinado por las corrientes marinas; durante el invierno que se inicia a principios de diciembre y concluye en mayo, el clima es caluroso y está influenciado por la corriente cálida del El Niño. Por el contrario el Verano que va de junio a diciembre es menos caluroso, gracias a la corriente fría de Humboldt, aunque la temperatura no es uniforme en toda la provincia, la temperatura media en Portoviejo la capital, es de 25°C y en la ciudad de Manta, de 23,8°C.

La provincia de Manabí está dividida en 22 cantones. En la figura 1 se muestra un mapa de la provincia de Manabí con la actual división político-administrativa.

La zona mayor poblada de la provincia es la zona sur, donde se encuentra su municipio cabecera y capital que es Portoviejo y la ciudad portuaria de Manta.

La provincia cuenta con una población de 1,395.249 habitantes, con una tasa anual de crecimiento del 1.65%. La edad media de la población es de 28.2 años. El analfabetismo en personas mayores o igual de 15 años es del 10.2% y el analfabetismo digital en personas mayores e igual a los 10 años es del 34.3%.

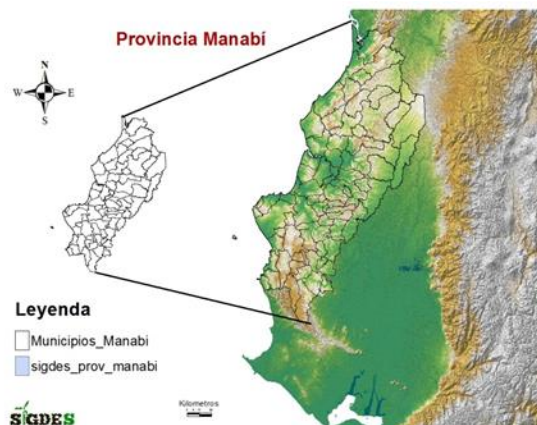


Figura 1. Mapa de la provincia de Manabí con la actual división político-administrativa

Fuente: Elaboración propia.

El sistema eléctrico manabita se caracteriza por un fuerte déficit de generación, contando con tres centrales eléctrica de generación térmica Miraflores 33 MW, Manta II 20 MW y Jaramijó 140 MW con una potencia nominal de 193 MW, que representa el 15% de la demanda de la provincia que aproximadamente es de 275 MW, el resto de la demanda se suministra desde una generación base de centrales hidroeléctricas que se encuentran entre 120 y 400 kilómetros de distancia de los principales centros de carga de la provincia, implicando grandes pérdidas y un costo elevado para mantener la calidad técnica del servicio.

Las condiciones bajo las que se sirve una buena parte del servicio eléctrico en la provincia de Manabí, implica que por cada kWh de electricidad consumido, tengan que generarse entre 2, 3 y más kWh en centrales hidroeléctricas que se encuentran distantes de los centro de consumo.

El sistema eléctrico se caracteriza por presentar una de las mayores pérdidas del país, siendo de 24,8 % (14% pérdidas técnicas) y a nivel de distribución el porcentaje es 3,65% fundamentalmente a las distancias desde donde se genera y se sirve la electricidad.

Específicamente el municipio de Chone se encuentra ubicado en la zona centro norte de la provincia, está dividido en siete parroquias ubicadas en zonas montañosas. En la figura 2, se muestra la ubicación geográfica de la provincia de Manabí y el municipio Chone, con sus parroquias, destacando su ubicación sobre el mapa de relieve para donde se ve el área montañosa que lo integra.:

Ubicación del municipio en la provincia de Manabí, Ecuador.

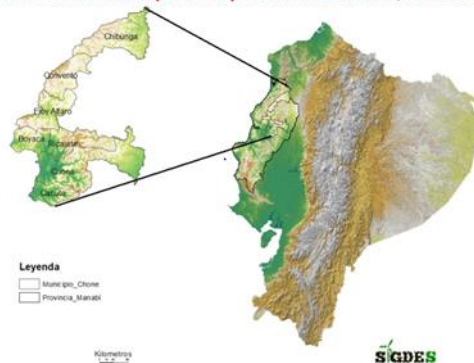


Figura 2. Ubicación geográfica de la provincia de Manabí y el municipio Chone.

Fuente: Elaboración propia.

El municipio cuenta con 151 asentamientos poblacionales de poca concentración de viviendas, estos se encuentran a diferentes distancias de la red de sub-transmisión. Actualmente el servicio eléctrico no ha llegado a todas las poblaciones, por encontrarse un grupo de ellos en lugares aislados de difícil acceso y en áreas dispersas, implicando que a pesar de los esfuerzos en lograr el bienestar de la población, se ha hecho materialmente imposible llevar la energía a todo el territorio.

En la figura 3 se muestra un mapa de distancia de los asentamientos hasta la red eléctrica de sub-transmisión.

Distancia de los pueblos rurales a la red de subtransmisión

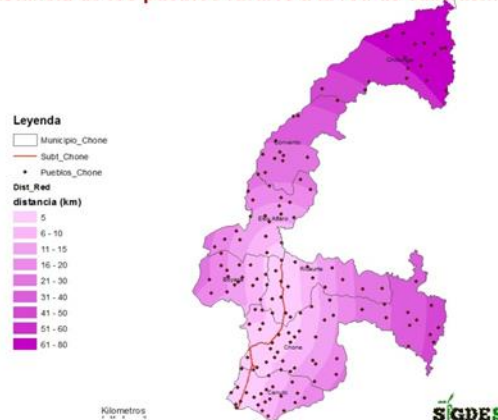


Figura 3. Distancia de pueblos a la red eléctrica..

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar existen asentamientos que se encuentran a distancias superiores de los 60 km de la red de sub transmisión más cercana.

En la figura 4 se muestra un gráfico donde se puede apreciar la relación de distribución de los centros poblados rurales según distancia hasta la red.

Fig. 8. Gráfico de comparación entre datos reales y predictores de la humedad durante 24 horas.

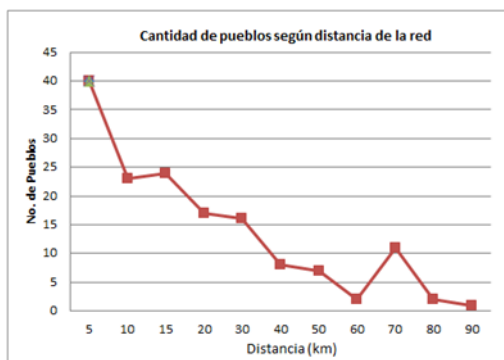


Figura 4. Relación de distribución de los centros poblados rurales según distancia hasta la red.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar la mayor cantidad de pueblos se encuentran a distancia menores de 20 km, pero existen otras que se encuentran dispersas hasta los 90 km.

En el gráfico de la figura 5 se puede ver la relación del comportamiento del costo de extensión de la red, con la distancia hasta donde se encuentran ubicadas las comunidades rurales.

A pesar que se calculó el costo por km de línea que está en el orden de 22.306,00 dólares. Para los análisis se tomó los valores que se utilizan para los proyectos de electrificación rural que están en el orden de 8.560,00 por km de red.

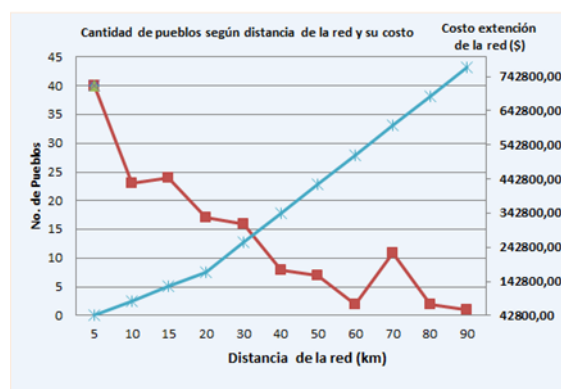


Figura 5. Relación del comportamiento del costo de extensión de la red.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se puede observar el incremento gradual que se experimenta en los costos, en la medida que la distancia de extensión de las líneas eléctricas se aumenta, por lo que en estos casos resulta recomendable, analizar la variante de electrificación con fuentes renovables de energía (FRE), específicamente con energía fotovoltaica, que corresponde al potencial más abundante y de mejor calidad en la zona estudiada.

En el caso del municipio de Chone se realizó el análisis del comportamiento del costo de los sistemas fotovoltaicos autónomos para la electrificación rural, donde se consideró un costo normalizado de 15,00 dólares el Wp, que se corresponde con los precios que poseen las tecnologías fotovoltaicas en el

mercado (RENOVAENERGÍA.SA, 2015).

En algunas regiones del Ecuador ya se han realizado algunas de estas instalaciones con fines sociales. Uno de los estudios fue realizado en Napo (Licuy, 2012), donde se desarrollaron los análisis de las demandas de dos viviendas típicas, pudiendo comprobarse que en dependencia del desarrollo social y las posibilidades de las personas que habitan estas zonas, oscila entre 279 W (vivienda tipo "A") y 929 W (vivienda tipo "B").

Realizando un cálculo básico sobre el costo de la electrificación rural con tecnología fotovoltaica, se puede definir que para las viviendas del tipo "A", sería equivalente a unos 4.185,00 dólares y la tipo "B" en 13.935,00 dólares.

En el gráfico de la figura 6 se puede observar la relación entre el costo de la extensión de la red y las dos variantes con sistemas fotovoltaicos autónomos (SFA) donde se utilizan las tecnologías fotovoltaicas.



Figura 6. Relación entre el costo de la extensión de la red y las dos variantes con SFA.

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra a medida que aumenta la distancia de la red los costos van aumentando para la alternativa de extensión de la línea eléctrica, en cambio los costos correspondientes a las variantes (A y B) donde se utilizan los sistemas fotovoltaicos autónomos, resultan más bajos y se mantienen de forma lineal independientemente de la distancia de la red eléctrica, demostrando que constituyen una alternativa válida para la electrificación de las zonas rurales en el municipio de Chone. Independientemente que es importante considerar, que para la opción de los costos utilizando los SFA, depende de la cantidad de viviendas en cada una de las comunidades.

Se puede observar que no se cortan las líneas, el costo para la variante (B), llega a cortarse con la curva del costo de la red, demostrándose con ello que para viviendas con demandas 929 W podría ser el costo de la red menor a distancias menores de 5 km. Realmente se podría plantear que la extensión de la red no es factible después de 5 km.

Con los análisis anteriores, se realizó una visita a cuatro comunidades que se encontraban a diferentes distancias de la red eléctrica y que ya se encontraban electrificadas mediante esa opción. Se realizó un estudio de factibilidad técnico-económica, para valorar el costo de las variantes analizadas anteriormente.

Para el estudio no se consideraron los costos de mantenimiento que se les realiza periódicamente a las líneas eléctricas, que normalmente corresponden cada 6 ó 7 meses, debido a que en el invierno es muy difícil llegar por las condiciones del terreno, siendo otro factor que incrementa los costos de extensión a red a los ya elevados costos estudiados.

En el análisis de las comunidades electrificadas en el municipio de Chone, se pudo verificar que las líneas eléctricas extendidas, atraviesan bosques en zonas accidentadas, donde existen además más de tres pasos de ríos que en el verano son arroyos; pero en el invierno crecen, dificultando la realización de los trabajos de mantenimiento y reparaciones urgentes, que para esta época del año suelen ser muy recurrentes dado el surgimiento de averías técnicas e interrupciones provocadas por situaciones climáticas. A estos problemas se deben agregar los conflictos técnicos por bajo voltaje y mala calidad del servicio, que constituyen una causa potencial de disgusto de la población residente en esas zonas.

Los sitios estudiados se muestran en la tabla 1, como se puede observar están controladas las distancias y los costos que representa la extensión de la línea eléctrica, pudiendo verificar que a medida que se aleja de la red de sub transmisión, los costos se van encareciendo, esto sin tener en cuenta la distribución a diferentes casas alejadas unas de otras.

Tabla 1. Sitios estudiados en el municipio de Chone y costo de extensión de la red.

Pueblos	Distancia (km)	Costo (\$)
Camino Spondilus	5,2	44512,00
La dibujada	10	85600,00
El Páramo	15	128400,00
5 Caminos	17	145520,00
El espartillal	20	171200,00

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el mapa de relieve de la figura 2, el municipio se encuentra en una región montañosa, donde el costo las líneas eléctricas se encarecen por la accidentabilidad del terreno. En las comunidades estudiadas las viviendas se encuentran dispersas una de otras, por lo que hay que hacer tendidos eléctricos independientes encareciendo más el sistema. En la tabla 2 se muestra el comportamiento de los costos de las variantes (A) y (B) correspondiente a los sistemas fotovoltaicos, donde se consideraron los valores de demanda estudiados en Napo y conociendo que hoy el precio del Watt pico instalado para estos tipos de sistemas es de 15 dólares [9].

Tabla 2. Comportamiento de los costos de las variantes “A”

y “B” de los SFA.

Pueblos	No. viviendas	Costo SFA Variante (“A” 279 Wp) (\$)	Costo SFA Variante (“B” 299 Wp) (\$)
Camino Spondilus	7	29.295,00	97.545,00
La dibujada	50	209.250,00	696.750,00
El Páramo	10	41.850,00	139.350,00
5 Caminos	3	12.555,00	41.805,00
El Espartilla	7	29.295,00	97.545,00

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede muestra el caso más crítico corresponde a la comunidad la dibujada, que posee 50 viviendas, donde el costo de la inversión fotovoltaica se puede elevar por la cantidad de viviendas a electrificar, especialmente para la variante “B”, cuando los sistemas fotovoltaicos resultan más costosos por su potencia; pero en la tabla 1 se puede apreciar que igualmente resulta costosa también la extensión de la red eléctrica.

Con la puesta en funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos autónomos, los usuarios recibirán un servicio permanente de energía, sin ningún tipo de interrupción y diseñado para su demanda, donde los costos de mantenimiento no son elevados.

En la figura 7 se muestra el comportamiento de la radiación solar diaria promedio anual para los cantones de Chone, y se puede verificar que los valores van desde 4,1 kWh/m² día a 4,8 kWh/m² día, con un nivel energético suficiente para cubrir la demanda de energía eléctrica de dicha zona.

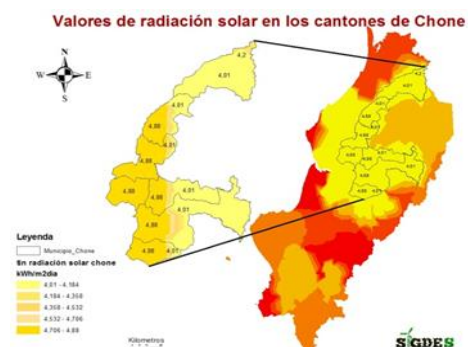


Figura 7. Radiación solar diaria promedio anual que incide en los cantones de Chone.

Fuente: Elaboración propia.

Una de las ventajas de la tecnología fotovoltaica, es que pueden instalarse en lugares de difícil acceso, sin ofrecer impactos relevantes al entorno ambiental. Los componentes técnicos de estos sistemas son fáciles de transportar, los mantenimientos no son costosos y se pueden capacitar a los propios usuarios en función de la sostenibilidad.

Otro de los trabajos realizados está relacionado con la evaluación del comportamiento de la velocidad del viento en el municipio de Chone. En la figura 8, se muestra el mapa de la velocidad de viento promedio anual del territorio estudiado, pudiendo verificar que existen zonas pobladas ubicadas en sitios donde existe una velocidad de viento promedio anual, que permite su aprovechamiento mediante la instalación de aerogeneradores, capaces de generar electricidad y satisfacer la demanda existente de forma independiente.

Los estudios y las evaluaciones realizadas demuestran la factibilidad del aprovechamiento de la energía solar y eólica, para la generación de electricidad en todo el municipio de Chone, especialmente en las zonas rurales de difícil acceso, donde resulta más conveniente desde el punto de vista técnico-económico, utilizar las tecnologías renovables que la extensión de la línea eléctrica.

Los datos analizados permiten definir la conveniencia de desarrollar proyectos de estudio de los potenciales de las fuentes renovables en el territorio del municipio, con potencialidad de derivar información relevante que facilite la planeación energética sostenible del territorio.

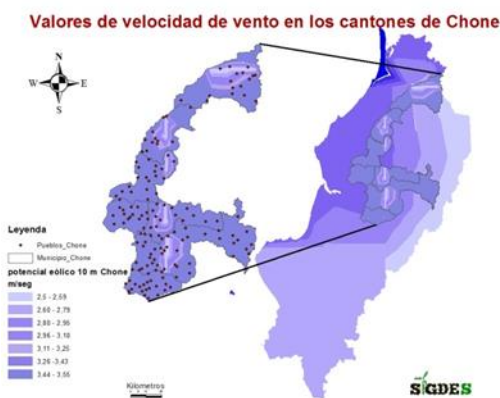


Figura 8. Mapa de la velocidad de viento promedio anual del territorio del municipio Chone.

Fuente: Elaboración propia.

Para los pueblos que se encuentran a distancias consideradas de la red eléctrica, se podrían hacer análisis integrales de los potenciales renovables, no solo solar y de viento, sino también de biomasa, hidráulicos entre otros, que permitan implementar alternativas de electrificación sostenibles.

IV. CONCLUSIONES

El trabajo permitió definir que la extensión de la red es factible hasta próximo a 5 km desde el punto de vista técnico-económico, existiendo otras soluciones que económicamente pueden emprenderse mediante el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía en las zonas aisladas.

Se pudo comprobar la utilidad de los SIG, para la realización de estudios y evaluaciones complejas vinculadas con el perfil energético de los territorios de la provincia de Manabí.

Se logró elaborar el mapa del potencial solar diario promedio anual del municipio de Chone, así como el de la velocidad de viento promedio anual, que corresponden a informaciones relevantes que poseen potencialidad para facilitar el cambio de la matriz energética, mediante el adecuado aprovechamiento de las fuentes renovables de energía en el territorio.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. AIE (2013). "World energy outlook 2013. Resumen ejecutivo traducido al español.", [http://www.iea.org/\(4-01-2015\)](http://www.iea.org/(4-01-2015))
2. Andara, A. R. (2010). "Estudio de factibilidad para el abastecimiento energético de viviendas unifamiliares a partir de energía solar." 4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, XIV Congreso de Ingeniería de Organización Donostia- San Sebastián, [www.adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010\(4-01-2015\)](http://www.adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010(4-01-2015)).
3. Carlos, K. (2003). "Ingeniería de Carreteras." Madrid-España Volumen II.
4. GDEM, A. (2011). "ASTER Global DEM Validation Summary Report from." [http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp.\(9-02-2014\)](http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp.(9-02-2014))
5. IGM (2013). "Capas de Información Geográfica básica del IGM de libre acceso. (Codificación UTF-8)." Cartografía de libre acceso (Escala Regional) Geoportal.html. (5-10- 2014)
6. José L. Parrondo, J. E. V., Luis Díez (2012). "Planificación integrada de electrificación mediante SIG." Anales de mecánica y electricidad / enero-febrero 2013.
7. Licuy, Á. P. (2012). "Estudio del Potencial solar incidente en el Ecuador, para su empleo en diversas aplicaciones energéticas." Revista Renia, ISBN: 978-959-261-452-9. 2013.
8. Pinedo, I. P. (2012). "INTIGIS: Propuesta metodológica para la evaluación de alternativas de electrificación rural basada en sig." Colección Documentos Ciemat. Catálogo general de publicaciones oficiales, <http://www.060.es> (Depósito Legal: M-7651-2012, ISBN: 978-84-7834-676-9, NIPO: 721-12-010-7).
9. RENOVAENERGÍA.SA (2015). "Factura de proforma RNV - OFER - 5656 - 27/02/15, RUC: 1792187567001. www.renova-energia.com, (Solicitado para artículo).