

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, ZAPATA ZAPATA MERCEDES ELIZABETH, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA EN UNA FINCA BANANERA APLICANDO ENERGÍA RENOVABLE: FOTOVOLTAICA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 26 de septiembre de 2022

ZAPATA ZAPATA MERCEDES ELIZABETH
0705531036

**Estudio de factibilidad económica en una finca bananera aplicando
energía renovable: Fotovoltaica**

**Economic feasibility study on a banana farm applying renewable
energy: Photovoltaic**

Mercedes Elizabeth Zapata Zapata

Correo electrónico: mzapata3@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2353-0576>

Eveligh Prado-Carpio, Ph.D.

Correo electrónico: eprado@utmachala.edu.ec

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-0225-5264>

Abrahan Rodolfo Cervantes-Alava, Ph.D

Correo electrónico: acervantes@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6223-8661>

Javier Oswaldo Yunga Márquez, Mgs.

Correo electrónico: jyunga@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8709-1237>

Moisés E. Martínez-Soto, Ph.D.

Correo electrónico: moimartinezsoto@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1505-8593>

Víctor Javier Garzón-Montealegre Mgs.

Correo electrónico: vgarzon@utmachala.edu.ec

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-4838-4202>

RESUMEN

Este desarrollo tecnológico e innovador fomenta la conciencia ambiental al contribuir al ahorro energético y mitigar los efectos del cambio climático producido por los sistemas tradicionales de producción de energía en los cuales se debate en un constante reto de sostenibilidad económica y medioambiental. El método propuesto para realizar este análisis se basa en un estudio de factibilidad en una finca bananera para la implementación de un sistema de energía fotovoltaica. Por lo descrito, la presente investigación tiene como objetivo realizar un estudio de factibilidad económica en una finca bananera aplicando

energía alternativa: Fotovoltaica, con la finalidad de saber su viabilidad. Con los resultados de este proyecto se pretende dar alternativas para una posible planificación de finca autosostenible, en donde la racionalidad y ordenamiento del lugar no solo reduzca de manera económica los costos, sino que también dé alternativas ambientales. Las inversiones se pueden abaratar aprovechando los sistemas de transformación y distribución de las subestaciones existentes. Dentro del análisis de factibilidad del proyecto de la implementación del sistema fotovoltaico, es factible tener en cuenta que los paneles pueden suplir la necesidad de la demanda que se presenta dentro de la finca. Además, cabe resaltar la viabilidad del proyecto debido a los beneficios tributarios que el Gobierno otorga.

Palabras Claves

Banano, comercialización, costos, carbono y sostenibilidad.

ABSTRACT

This technological and innovative development promotes environmental awareness by contributing to energy savings and mitigating the effects of climate change produced by traditional energy production systems, which are constantly challenged by economic and environmental sustainability. The method proposed for this analysis is based on a feasibility study in a banana farm for the implementation of a photovoltaic energy system. Therefore, the objective of this research is to carry out an economic feasibility study in a banana farm applying alternative energy: Photovoltaic, in order to know its viability. With the results of this project we intend to provide alternatives for a possible planning of a self-sustainable farm, where the rationality and organization of the place not only reduces costs economically, but also provides environmental alternatives. Investments can be reduced by taking advantage of the transformation and distribution systems of the existing substations. Within the feasibility analysis of the project for the implementation of the photovoltaic system, it is feasible to take into account that the panels can meet the demand that is present within the farm. In addition, it is worth highlighting the feasibility of the project due to the tax benefits granted by the Government.

Key words

Banana, marketing, costs, carbon and sustainability.

INTRODUCCIÓN

Las energías renovables proporcionan aproximadamente más del 26% de la generación mundial de electricidad en la actualidad. Durante la década 2010-2020, la capacidad de poder invertir en energías renovables aumentó, ascendiendo a 2,7 billones de dólares; siendo la energía solar la que más inversión atrajo por un valor de 1,4 billones de dólares (Roblez & Rodriguez, 2018).

En América Latina los gobiernos y las empresas han tomado la iniciativa de impulsar proyectos sostenibles, la crisis del Covid-19 ha ralentizado la negociación de energías renovables en los últimos meses (Banco Interamericano de Desarrollo, 2021). Sin embargo, los gobiernos y las empresas ahora tienen la oportunidad de adaptar sus programas de recuperación económica y la adopción de tecnologías sostenibles y rentables (Sustainable Development Goals Helpdesk, 2020).

Ecuador tiene una gran ventaja con el resto de los países sudamericanos al estar ubicado en la mitad del mundo la radiación solar es alta, por lo tanto, tiene un gran potencial para la producción de energía fotovoltaica (Caraballo & García, 2017). Actualmente, el mercado de generación de electricidad por paneles solares es pequeña, la empresa privada ha invertido aproximadamente \$50 millones en proyectos fotovoltaicos de pequeña capacidad en 8 provincias: Guayas, Manabí, Pichincha, Cotopaxi, Loja, Imbabura, El Oro y Galápagos (Diario La Hora, 2021)

El principal productor mundial de bananos Cavendish es la India, seguida de Ecuador, China, Colombia y Costa Rica, estos 5 países representan más de la mitad de la producción mundial de Cavendish. Ecuador se destaca como uno de los principales exportadores de banano, del 69% de las exportaciones de América Latina y el Caribe (ALC) representa el 28% con 317 millones de cajas de banano exportadas, aportando al Producto Interno Bruto (PIB) agrícola en un 26% generando fuentes de trabajo directos e indirectos a más de 2.5 millones de personas que dependen de esta actividad bananera (Apolo, 2021)

El proyecto fotovoltaico implementado en una finca bananera más grande de Ecuador, se encuentra ubicado en la provincia de Santa Elena, que hoy en día cumple con los estándares que la Unión Europea exige a sus proveedores a implementar sistemas sostenibles en el proceso de trazabilidad (Líderes, 2021)

En Ecuador no existe un marco legal que fomente la participación de la mini y micro generación utilizando energías renovables no convencionales, especialmente en el caso de la solar. Es necesario incentivar a los clientes residenciales, comerciales e industriales a instalar generación distribuida a través de este sistema. Entre los incentivos, se debe considerar la eliminación de aranceles a la importación de equipos, precios preferenciales para la venta de energía a las empresas distribuidoras y la simplificación de la interconexión a las redes de distribución (Muñoz et al., 2018).

Es muy importante tener en cuenta que la energía fotovoltaica es de alta prioridad en países comprometidos con el sector agropecuario porque al modernizarse y utilizarla, fomentará la competitividad y la sostenibilidad con el medio ambiente, la economía y sociedad (Armijos et al., 2022). Ante el fenómeno del incremento de precios internacionales de los combustibles, los pequeños, medianos y grandes productores de banano han buscado nuevas alternativas de uso de energías renovables, como son, el sistema de generación de energía con paneles solares para las fincas bananeras, generando electricidad para la empacadora de banano, la oficina de la finca y las viviendas de las familias rurales.

El banano fue uno de los principales productos agrícolas de exportación en el Ecuador, la producción del país en el 2021 es de 179,000.00 hectáreas con un rendimiento anual de 1600 a 2100 cajas por ha, además, el país es el primer exportador de banano en el mundo con una participación del 30%, sin llegar a ser el primer país productor mundial (Vega et al., 2021).

En el año 2021, la producción de banano en la provincia de El Oro, tuvo una superficie cosechada de 43,334.34 (ha), con una producción de 1,481,451.53 (Tm), presentando un rendimiento del 34.2 (tm/ha), esto representa el 25 % de la producción nacional (Corporación Financiera Nacional, 2021). En otro contexto, la producción de banano tiene una importancia fundamental para las economías en desarrollo (Arias et al., 2004). En términos de valor bruto de producción, el banano es el primer cultivo alimentario más importante del Ecuador, después del camarón, cacao y el arroz (Vega et al., 2021).

En la provincia de El Oro se concentran el 41%, de los pequeños productores de banano, cabe mencionar que de este grupo el 30% son orgánicos que se rigen por las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que exige el comercio justo “Fair Trade” de toda la

producción, el 80% se va a Europa, mientras que el resto se comercializa a EE. UU (Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador, 2017). De acuerdo a Vega et al., (2021) la actividad bananera en el Cantón El Guabo es generadora del 45% de las plazas de empleo y dinamismo de la economía local.

La presente investigación se enfoca en realizar un estudio de factibilidad económica en la finca bananera Jorge Javier, aplicando energía fotovoltaica, con la finalidad de optimizar costos de producción con el uso de energía alternativa, la principal problemática que enfrentan los pequeños y medianos productores de banano son sus bajos ingresos, por sus ventas, y al disminuir los gastos en combustibles no renovables y optar por energías limpias de bajo costo, permitirá mejorar las condiciones de vida de los productores de la localidad.

La creación de una finca auto sostenible surge de la implementación de sistemas amigables de producción con el medio ambiente. Por ende, la utilización de las energías renovables hoy en día ha sido de gran importancia en la lucha contra el cambio climático; con el uso de la energía fotovoltaica las fincas bananeras contribuyen a reducir las emisiones de carbono en el planeta, disminuyendo el calentamiento global (Valdés et al., 2020).

Por lo descrito la presente investigación tiene como objetivo realizar un estudio de factibilidad económica en una finca bananera aplicando energía alternativa: Fotovoltaica, con la finalidad de saber su viabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente investigación, el método propuesto se basa en un estudio de factibilidad en la finca bananera Jorge Javier para la implementación de un sistema de energía fotovoltaica y análisis de rentabilidad del sistema fotovoltaico a instalar como lo recomienda Ávila (2017), primero se caracteriza la finca bananera en cuanto a su demanda eléctrica mensual, perfil de consumo y coste de la tarifa eléctrica. Para después, iniciar el proceso de cotización y con los respectivos datos realizar el estudio de factibilidad económico (Pérez et al., 2017).

Finalmente, se realiza un análisis económico, una vez determinados los parámetros básicos de la inversión, se determinará la rentabilidad de la instalación del sistema fotovoltaico a través de los criterios de evaluación establecidos.

Para realizar el respectivo análisis se toma en cuenta el flujo de fondos de la finca donde se incluyen: el valor actual Neto (VAN) y la tasa de interna de retorno (TIR). Para determinar la rentabilidad del proyecto en el largo plazo se consideró para cinco años, estimado en el flujo de caja (Cash flow). Se calculó el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el periodo de Retorno de la inversión (PR), indicadores financieros necesarios para establecer las utilidades dentro del período en el análisis económico de la empresa (Poma, 2019).

$$VAN = C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots$$

Dónde: C0= inversión inicial C1= flujo neto del período · r= tasa de descuento · n (1,2,3) = número de periodos

$$\sum_{t=0}^n \frac{FE}{(1 + TIR)^t} = VAN = 0$$

Dónde: TIR: Tasa Interna de Rendimiento/Retorno · VAN: Valor Actual Neto · FE (t): flujo de efectivo neto del período t · n: número de períodos de vida útil del proyecto.

También se procedió a realizar el cálculo del periodo de retorno de la inversión.

$$PRI = a + [(I_0 - b) / Ft]$$

Los indicadores financieros VAN y TIR fueron las variables explicativas de la investigación, para tener estos escenarios se ensayó con la tasa interna bancaria del 15% anual.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Para el estudio de factibilidad económica, es necesario tomar en cuenta algunos factores al implementar un proyecto de tecnología fotovoltaica, considerando que la zona de estudio se encuentra alejada de la ciudad, tener un sistema de electricidad tradicional es costoso, a eso hay que incluir el precio KWP hora. La producción de energía fotovoltaica

en el corto plazo va a ser costosa, pero si se mide en el largo plazo se optimiza recursos, además de contribuir a la sostenibilidad ambiental con la generación de electricidad libre de agentes altamente contaminantes (Giraudy et al., 2014).

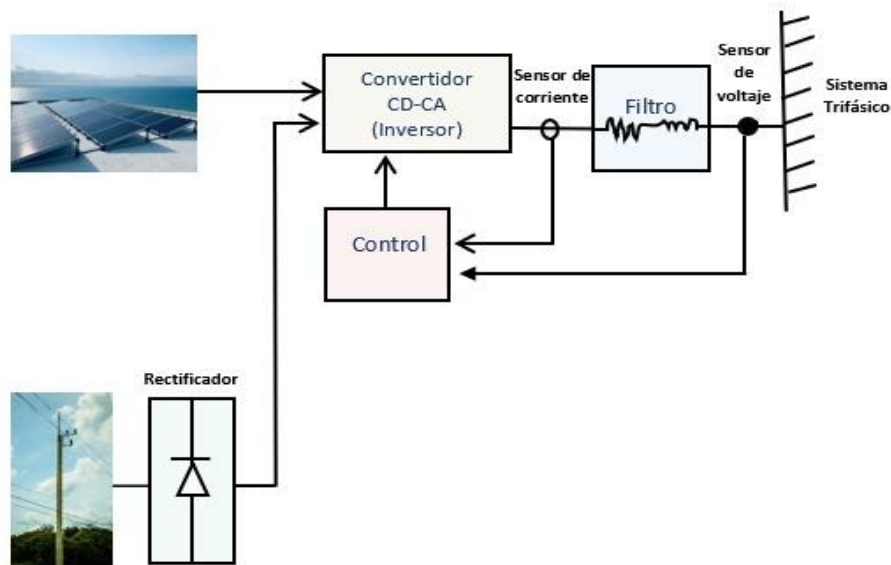
Para determinar los costos de la instalación de un sistema fotovoltaico, el primer paso es calcular los costes de planificación y desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta los recursos que consume el proyecto. Posteriormente, una vez diseñado todo el proyecto, se realizará un análisis de ejecución teniendo en cuenta todas las fases: transporte de materiales y personal cualificado hasta el lugar de instalación, componentes, mano de obra, puesta en marcha y verificación del correcto funcionamiento (Flores, 2013).

Se considera a la energía solar fotovoltaica, como una oportunidad para beneficiar de manera competitiva a las zonas rurales del Ecuador, que presentan dificultades de conectividad, con la implementación y extensión de pequeños sistemas de autogeneración de energía, a pequeña escala, que sean fáciles de instalar. Uno de los principales desafíos para el desarrollo, es cerrar la brecha de acceso a la energía eléctrica en Ecuador con el uso de las energías renovables para promover la equidad en las fincas productoras de banano (Portilla, 2020).

El sistema de paneles solares considera dos tipos de conexiones, la conexión aislada o isla y o conexión mixta. La diferencia entre estos dos sistemas radica en un sistema de almacenamiento de energía (banco de baterías) para el sistema aislado, ya que este sistema no está conectado a la red eléctrica por lo que es necesario establecer un sistema que almacene la energía necesaria para suplir la demanda energética cuando no hay producción de la misma en los paneles solares. (Portilla, 2020).

A continuación, se detalla el modelo de implementación del sistema fotovoltaico:

Figura 1. Esquema del sistema Fotovoltaico conectado a la red.



Fuente: elaborado en base a (Goleman et al., 2019)

Uno de los principales elementos a considerar en el sistema fotovoltaico es el inversor, ya que este es el puente entre la energía generada por los paneles solares y la energía que consumen los diferentes elementos electrónicos en la hacienda. El modelo seleccionado, es un completo inversor conectado a la red que le permite convertir la energía solar proporcionada por sus paneles solares e inyectarla a la red. Estos inversores se pueden utilizar en cualquier hogar o instalación industrial para un autoconsumo eficiente de electricidad (Goleman et al., 2019).

Para realizar un sistema fotovoltaico es necesario cumplir con las condiciones de localización y del tamaño debido a que no siempre se cumple con los parámetros y se encuentran errores de viabilidad, ya que se encontrarán retornos de inversión muy grandes. En cuanto al proyecto, es indispensable que los operarios de la finca tengan pleno conocimiento de la manipulación y mantenimiento del sistema fotovoltaico, ya que esto puede repercutir en el funcionamiento y vida útil del panel.

La ejecución de un proyecto de aplicación de energía solar fotovoltaica, cualquiera sea su escala o monto de inversión, necesita un análisis previo que muestre si es viable o no,

para no caer en problemas como deudas que no puedan pagarse o el incumplimiento de los objetivos deseados (Flores, 2013)

Los precios se han obtenido dirigiéndose a distribuidores por medio de sus páginas web, para realizar un análisis de los costos, hemos tomado en cuenta sólo los costos principales para la adquisición de este sistema fotovoltaico para la finca bananera Jorge Javier de la parroquia Barbones, por lo cual se procedió a solicitar proformas con los materiales y suministros que se necesitan para poner a funcionar el sistema fotovoltaico, mismo que son detallados a continuación.

Tabla 1. Inversión inicial del sistema fotovoltaico

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN ITEM	USD	
		UNIDAD	TOTAL
18	Pcs Inversor de inyección de alta calidad SMA SB7.7-US	2990.00	53820.00
396	Pcs Panel Solar Monocristalino ECO-GREEN ENERGY 400W/24VDC	240.00	95.040,00
396	Pcs Estructura de soporte paneles solares Estructuras en ALUMINIO para instalación en techo o terraza. Material menor de sujeción	75.00	29,700.00
18	Pcs Gabinete eléctrico 60 X 40 X 20 Gabinete metálico para conexionado y protecciones. Breaker AC, protección contra rayos.	175.00	3,150.00
18	Pcs Material conexionado Material eléctrico menor de conexionada hasta la caja de breakers	360.00	6,480.00
1	Glb Instalación Transporte, instalación y puesta en marcha	18,000.00	18,000.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:			206,190.00
SUBTOTAL IVA 0%:			95,040.00
SUBTOTAL IVA 12%:			111,150.00
Descuento: -20.0%			-41,238.00
IVA 12.0%			10,670.40
VALOR TOTAL (USD):			<u>175,622.40</u>

Fuente: Elaboración Propia

Pcs: Número de piezas

Glb: Global (unidad usada para facturar)

Retorno de la Inversión

En la finca se exporta 3.000 cajas promedio por semana, el precio de cada caja se factura en \$6.25 por lo que se genera ingresos de \$ 18.750 por semana, \$75.000 al mes y 900.000 al año; así mismo mantiene egresos de \$ 15.625 a la semana por lo que en el año tendría salidas de \$750.000.

A continuación, se muestran los flujos de efectivo para los próximos 5 años del proyecto y se procede a calcular el VAN a una tasa del 15%.

Tabla 2. Flujo de Caja

	0	1	2	3	4	5
Flujo de Fondos	\$- 175.622,40	\$150.000,00	\$150.000,00	\$150.000,00	\$150.000,00	\$150.000,00
Saldo Actualizado (15%)	\$- 175.622,40	\$130.434,78	\$113.421,55	\$98.627,43	\$85.762,99	\$74.576,51
Saldo actualizado acumulado	\$- 175.622,40	\$130.434,78	\$113.421,55	\$98.627,43	\$85.762,99	\$74.576,51

Fuente: Elaboración Propia

Tasa (15%)

VNA \$502.823,26

VAN \$327.200,86

TIR 81%

PR 0,85

En los resultados obtenidos, se detalla la inversión a realizar en el proyecto de la instalación de los paneles solares en la finca Jorge Javier con un valor de \$175.622,40 en un total de 950 metros cuadrados de terreno, con un VNA \$502.823,26 mientras que el VAN de \$327.200,86 y una tasa interna de retorno del 81%, es decir el proyecto si es

viable ya que la TIR es mayor que la tasa esperada por el inversionista con una tasa de interés bancaria del 15% y el período de recuperación de la inversión es en un año.

Si se implementaría este proyecto en la finca bananera obtendremos como resultado un gran ahorro económico a largo plazo ya que disminuiría los gastos de luz eléctrica, y lo invertido en la implementación se recuperaría en el mismo año lo que significa que será un gran avance tanto a nivel tecnológico como en ahorro energético y preservación del medio ambiente, por lo tanto, el sistema es funcional para aquellos que deseen generar un ahorro monetario (Reyna & Saltos, 2021).

En la relación costo beneficio del consumo de energía fotovoltaica, se destaca la diferencia de costo por consumo a largo plazo y el bienestar del empresario por reducir la contaminación ambiental causada por la radiación electromagnética y minimizar el consumo general de energía (Canchingre, 2018).

En otro contexto, los Incentivos Tributarios a través de la *Ley de Régimen del Sector Eléctrico*, el Estado Ecuatoriano se compromete a fomentar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales, para lo cual en su Capítulo XI, Artículo 67, se incluyen ciertas ventajas arancelarias, así como exoneraciones del Impuesto a la Renta, para incentivar la producción energética basada en energía renovable como solar, eólica, geotérmica, biomasa (Ley de Regimen del Sector Electrico, 2011).

Sin embargo, son pocos los proyectos que se han beneficiado de lo estipulado en los articulados de esta Ley, dado por desconocimiento del sector privado o de los desarrolladores de esta clase de proyectos, para acceder a la exoneración del impuesto a la renta, las empresas deben cumplir con ciertas leyes a nivel de cuidado ambiental y apoyo social, además debe presentar documentos que certifican el cumplimiento de las leyes del Sector Eléctrico Ecuatoriano (Flores, 2013).

De acuerdo con el trabajo realizado por Suquillo & Oña (2020) se establece que en las zonas rurales del Ecuador las fuentes de energía convencional suelen presentar deficiencias por motivo de las largas distancias que la interconexión, que deben recorrer y en ciertos sectores aislados esta infraestructura suele ser inexistente, por tal motivo los sistemas fotovoltaicos aislados para estas zonas son una solución fiable para suministrar

de energía eléctrica de calidad para las pequeñas empresas, dado que la radiación en el territorio ecuatoriano presenta homogeneidad.

Mafla (2020) menciona que la variedad climática y condiciones únicas del ecosistema del Ecuador, le proporcionan un eminente potencial para la generación de energía solar mediante el empleo de las energías renovables, es así que conforme el estudio desarrollado en las provincias de la costa existe bastante radiación solar, bajo este contexto se vuelve factible, así como necesario, la implementación de centrales fotovoltaicas autónomas, permitiendo el desarrollo de las MiPymes locales.

Los paneles solares están constituidos por celdas fotovoltaicas, para de manera eficiente, transformar la radiación solar en energía eléctrica, es decir, esta tecnología se basa en dispositivos para capturar la energía solar y hacer uso de este recurso renovable para el beneficio de comunidades sin electrificación, las cuales son más de 500 mil familias, que no cuentan con el servicio de energía en el país (Canchingre, 2018).

Según Vélez (2018) los costos relativos a la electrificación de las zonas rurales por el método convencional (extensión de la red eléctrica) son elevados considerando variables como la distancia entre las viviendas que se encuentran en dichas zonas, es así que por ejemplo en el cantón Chone de la provincia de Manabí, en el sitio denominado El Páramo con 10 viviendas y 15 Km de distancia, el costo para la extensión de red promedia los USD 334.593,75, mientras que la instalación de los sistemas fotovoltaicos autónomos requieren de una inversión máxima de USD 139.350,00.

El tiempo promedio de vida de un módulo fotovoltaico es de 25 a 30 años, en este contexto no se toman en cuenta los costos de mantenimientos, piezas de repuesto y la reducción de impactos medioambientales provocados por la tecnología convencional y que algunos de ellos se manifiestan como externalidades (Reyna & Saltos, 2021).

Algunos autores mencionan que la implementación de sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica se constituye como una alternativa viable para la electrificación de pequeñas empresas. Con el tiempo el único valor que el usuario debe considerar es el costo del dimensionamiento e instalación del sistema de autogeneración fotovoltaico, que incluye la mano de obra, costo de equipos y materiales. Los rubros

cobrados por la empresa de distribución de energía eléctrica se reducen ya que el usuario es el que produce y consume su propia energía. Es decir, no existe consumo de la red pública y por lo tanto el precio de la planilla de luz es menor (Burbano, 2022).

La generación de energía eléctrica mediante sistemas solares fotovoltaicos presenta ventajas como: fácil y rápida instalación, mantenimientos simples semestrales o anuales, vida útil de al menos 30 años, no emplea ningún tipo de combustible, no genera ruido, no contamina el medio ambiente, llega a comunidades y sectores donde las empresas eléctricas estatales no llegan, además tiene alta resistencia a condiciones climáticas extremas como: fuertes vientos, altas temperaturas, lluvias o polvo y finalmente, su principal recurso es el sol, que es considerado una fuente inagotable.

La única desventaja del sistema solar fotovoltaico es la inversión inicial, comparada con la generación hidroeléctrica o generadores de cualquier tipo de combustible.

CONCLUSIONES

Económicamente es viable introducir nuevas alternativas de generación de energía eléctrica a partir de sistemas fotovoltaicos conectados a red en la finca Jorge Javier, del cantón el Guabo, provincia de El Oro. Las inversiones se pueden abaratar aprovechando los sistemas de transformación y distribución de las subestaciones existentes, proponiendo una nueva visión con la explotación de la energía renovable, como alternativa viable de desarrollo energético de las zonas rurales.

Dentro del análisis de factibilidad del proyecto de la implementación del sistema fotovoltaico, es factible teniendo en cuenta que los paneles pueden suplir la necesidad de la demanda que se presenta dentro de la finca. Además, cabe resaltar la viabilidad del proyecto debido a los beneficios tributarios que el Gobierno Ecuatoriano otorga, conforme a los indicadores financieros muestran un VAN de \$327.200,86, esto quiere decir que el proyecto es rentable y se puede implementar este sistema en la finca, se tiene un TIR del 81% lo cual es mayor a la tasa de descuento y resulta favorable en esta inversión, con una tasa de interés bancaria del 15% y el periodo de recuperación de la inversión en un año.

De acuerdo a la información obtenida por el proveedor, basándose en el consumo eléctrico de la finca nos recomiendan un sistema fotovoltaico de inyección trifásica a la red eléctrica, con 18 inversores de 7.7KW de potencia cada uno y un total de 158.4KWp

de potencia total en paneles solares, la capacidad de generación de energía es de 20.000 KWh/mes (4,25h promedio anual), se requiere un área de 950 m². Tiempo de vida útil del sistema 25 años para usuarios con una tarifa promedio de 0.09USD/KWh genera un ahorro aproximado de 360.000USD en 20 años y 440.000USD en 25 años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apolo, D. A. (2021). Análisis de la producción bananera pre y pos pandemia de la “Asociación “Asocobaoro” periodo 2019-2020. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4, 128–135. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/386/406>
- Armijos, J. A., Prado-Carpio, E., Vargas Gonzales, O. N., Yunga- Marquez, J., & Cervantes-Alava, A. R. (2022). Análisis bibliométrico sobre energía solar fotovoltaica aplicada en el sector agrícola como alternativa socioambiental. *European Scientific Journal, ESJ*, 18(1), 77. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n1p77>
- Ávila, S. S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 3(30), 263–277.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2021). *Evolución futura de costos de las energías renovables y almacenamiento en América Latina*. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Evolución_futura_de_costos_de_las_energías_renovables_y_almacenamiento_en_América_Latina_es.pdf
- Burbano, J. (2022). *Viabilidad técnica y económica para la inversión de generación distribuida y autogeneración fotovoltaicas*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Canchingre, A. M. (2018). Estudio de factibilidad para la implementación de paneles solares en las carreras de sistemas computacionales y tecnología de la información de la universidad estatal del sur de Manabí. In *World Development* (Vol. 1, Issue 1). <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1178/1/UNSUM-ECUADOR-SISTEMAS-2018-04.pdf>
- Caraballo, M. Á., & García, J. M. (2017). Energías renovables y desarrollo económico. Un análisis para España y las grandes economías europeas. *El Trimestre Económico*, 84(335), 571–609. <https://doi.org/10.20430/ETE.V84I335.508>
- Diario La Hora. (2021). *La inversión en energía fotovoltaica se cuadruplicará en Ecuador hasta 2023 – Diario La Hora*.

- Flores, A. I. (2013). Estudio de factibilidad para la aplicación de energía renovable fotovoltaica en el sistema del Campo Repsol-NPF. In *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6338>
- Giraudy, C., Massipe, I., Rodríguez, R., & Vásquez, A. (2014). Factibilidad de instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red. *Ingeniería Energética*, XXXV(2), 141–148.
- Goleman, D., Boyatzis, R., & Mckee, A. (2019). Estudio de factibilidad de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en la finca Villa Catalina. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Ley de Regimen del Sector Electrico. (2011). *Ley de Regimen del Sector Electrico Registro Oficial No. 43*. Asamblea Nacional Del Ecuador. http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Reglamento Ambiental Actividades Electricas.pdf
- Líderes, R. (2021). *La luz solar enciende esta idea*. <https://www.revistalideres.ec/lideres/luz-solar-enciende-idea.html>
- Mafla, M. (2020). Zonificación para instalaciones fotovoltaicas en tierras afectadas por la erosión en comunidades rurales de las provincias de Pichincha e Imbabura. In *Universidad de las Fuerzas Armadas* (Vol. 68, Issue 1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.07.001><https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.12.003><http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.02.024>
- Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador. (2017). Informe Sector Bananero Ecuatoriano. *Ministerio de Comercio Exterior*, 53(9), 1689–1699.
- Muñoz, J. P., Rojas, M. V., & Barreto, C. R. (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. *Ingenius*, 19, 60–68. <https://doi.org/10.17163/ings.n19.2018.06>
- Muñoz-Vizhñay, J. P., Rojas-Moncayo, M. V., & Barreto-Calle, C. R. (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. *Ingenius*, 19, 60–68. <https://doi.org/10.17163/ings.n19.2018.06>
- Pérez, J. A., Vides, C. A., & Torres, I. (2017). Implementación de un sistema fotovoltaico

- On Grid sobre una estructura de dos ejes controlada, para la promoción de Fuentes no convencionales de Energía Renovables en el Colegio Gonzalo Jiménez Navas de Floridablanca - Santander, Colombia. *Revista de Investigación*, 41(92), 56–73. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142017000300004
- Poma, A. (2019). *VAN Y TIR como métodos de valoración de inversiones financieras para el estudio del arrendamiento de una camaronera* [Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14493/1/ECUACE-2019-AE-DE00501.pdf>
- Portilla, A. (2020). *Análisis de una alternativa fotovoltaica para mejorar la cobertura de energía eléctrica, en el resguardo indígena Alto Orito, del municipio de Orito-Putumayo*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.
- Reyna, Y. A., & Saltos, W. M. (2021). Factibilidad del sistema fotovoltaico para suministro eléctrico autosustentable Feasibility of the photovoltaic system for self-sustaining electricity supply Viabilidade do sistema fotovoltaico para fornecimento autossustentável de energia elétrica. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 7, 1485–1498.
- Roblez, C., & Rodríguez, O. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Revista Espacios*, 39, 10–16.
- Suquillo, I. F., & Oña, C. E. (2020). *Simulación de un sistema de generación fotovoltaico aislado para zonas rurales del Ecuador*. Escuela Politécnica Nacional.
- Sustainable Development Goals Helpdesk. (2020). *Tendencias globales en inversión en energía renovable 2020*. <https://sdghelpdesk.unescap.org/e-library/global-trends-renewable-energy-investment-2020>
- Valdés, G. D., Rodríguez, E. R., Miranda, C., & Lillo, J. (2020). Estudio de viabilidad de sistemas fotovoltaicos como fuentes de energía distribuida en la ciudad de Arica, Chile. *Información Tecnológica*, 31(3), 249–256. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000300249>
- Vega, T., Vite, H., Carvajal, H., & Montealegre, V. (2021). Dependencia económica y social de la producción de banano orgánico en el sitio La Palestina, cantón El Guabo,

período 2017-2020. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 129–136.
<https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/420>

Vélez, A. M. (2018). Estudio de la Eficiencia de los sistemas fotovoltaicos y su impacto socio económico en la zona rural del Cantón Chone, Manabí, Ecuador. *Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología*, 3(1), 23–29.
<https://doi.org/10.33936/riemat.v3i1.1420>