

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA
RENOVABLE BASADO EN PANELES SOLARES
FOTOVOLTAICOS PARA MERCADOS DE
IBARRA, ECUADOR**

**DESIGN OF A RENEWABLE ENERGY SYSTEM BASED ON
PHOTOVOLTAIC SOLAR PANELS FOR IBARRA MARKETS,
ECUADOR**

Manuel Rolando Cangas Salas
Universidad Americana de Europa, Ecuador

Hakna Ferro Azcona
Universidad Americana de Europa, Ecuador

DOI:

Diseño de un Sistema de Energía Renovable Basado en Paneles Solares Fotovoltaicos para Mercados de Ibarra, Ecuador

Manuel Rolando Cangas Salas ¹

cangasrolando29@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-0673-4662>

Universidad Americana de Europa
Ecuador

Hakna Ferro Azcona

hakna.ferro@aulagrupo.es

<https://orcid.org/0000-0002-8934-1404>

Universidad Americana de Europa
México

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es diseñar un sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos para mercados de Ibarra que permitan cubrir las necesidades de energía eléctrica de los comerciantes y productores. La metodología que se utilizó fue cualitativa – cuantitativa, se aplicó los métodos lógicos empíricos: inductivo, deductivo, descriptivo, analítico. La población sujeta a investigación son los 4.648 comerciantes y productores de estos mercados. La técnica que se utilizó fue la encuesta. Los resultados obtenidos de la contextualización de la demanda de energía eléctrica, determinan un promedio de 581.000kw/mes. Los resultados de los aspectos técnicos e ingeniería de este sistema determinaron los elementos del sistema fotovoltaico a través de: módulos fotovoltaicos, baterías, inversores, reguladores, soportes y el cableado. La evaluación de impactos ambientales a través de la matriz de Leopold determinó que en los componentes físico y medio biótico tiene un impacto negativo no significativo y en el componente socioeconómico un impacto positivo significativo. La evaluación económica financiera determinó que la inversión requerida es de \$3.295.147.25, los indicadores financieros son positivos con un VAN es de \$860.472.30, la TIR es del 22,4%, el B/ C de \$1.26 y el PRI de 4 años, 4 meses y 25 días.

Palabras clave: energía renovable, sistema fotovoltaico, paneles solares, impactos ambientales, evaluación económica

¹ Autor principal.

Correspondencia: cangasrolando29@gmail.com

Design of a Renewable Energy System Based on Photovoltaic Solar Panels for Ibarra Markets, Ecuador

ABSTRACT

The objective of this project is to design a renewable energy system based on photovoltaic solar panels for Ibarra markets that can cover the electricity needs of merchants and producers. The methodology used was qualitative - quantitative, and the logical empirical methods were applied: inductive, deductive, descriptive, analytical. The population subject to research consists of 4,648 merchants and producers in these markets. The technique used was the survey. The results obtained from the contextualization of the electricity demand determine an average of 581,000 kw/month. The results of the technical and engineering aspects of this system determined the elements of the photovoltaic system through: photovoltaic modules, batteries, inverters, regulators, supports, and wiring. The evaluation of environmental impacts through the Leopold matrix determined that in the physical and biotic components there is a negative but insignificant impact, and in the socioeconomic component there is a significant positive impact. The economic financial evaluation determined that the required investment is \$3,295,147.25, the financial indicators are positive with an NPV of \$860,472.30, the IRR is 22.4%, the B/C ratio is 1.26, and the payback period is 4 years, 4 months, and 25 days.

Keywords: renewable energy, photovoltaic system, solar panels, environmental impacts, economic assessment

Artículo recibido 10 abril 2024

Aceptado para publicación: 08 mayo 2024

INTRODUCCIÓN

La finalidad principal del presente estudio es diseñar un sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos para mercados de Ibarra, Ecuador que permitan cubrir las necesidades de energía eléctrica de los comerciantes y productores. Para el desarrollo de esta investigación se realiza la contextualización de la demanda de energía eléctrica de los comerciantes y productores de los mercados de la ciudad de Ibarra, se define los aspectos técnicos y de ingeniería, se evalúa los impactos positivos y negativos, se determina la evaluación económica – financiera y se diseña un sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos que permitan cubrir las necesidades de energía eléctrica de esta población objeto de estudio.

El uso de la energía eléctrica convencional usando combustibles de origen fósil: carbón, petróleo, gas, en servicios energéticos (luz eléctrica) para cubrir las necesidades básicas de alumbrado, movilidad, comunicación, ambientación, procesos productivos, tiene efectos negativos relevantes en el agotamiento de los recursos naturales, dificultad de abastecimiento, contaminación ambiental, emisiones de gases de efecto invernadero, costos altos de energía eléctrica, en el bienestar y la salud de las personas. Una de las causas principales es la falta de planes, programas, proyectos de energías renovables que puedan romper esta correlación negativa contribuyendo al desarrollo social económico, sostenible (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2018).

Las deficientes políticas y programas del uso de energía renovable: solar, a través de paneles fotovoltaicos; geotérmica, hidroeléctrica, bioenergía, ocasiona que se utilice servicios energéticos convencionales provocando una significativa contaminación atmosférica incrementando el efecto invernadero, daños a los ecosistemas, y que se ha duplicado su concentración a partir del siglo XX (cambio climático) (Foster, 2018).

El uso de energía eléctrica convencional se considera altamente contaminante y dañina por las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono), generados por combustibles fósiles, causando efectos a la salud humana por la presencia de enfermedades de vías respiratorias, generando inflamación crónica en los pulmones, deterioro en los flujos pulmonares, interactuando con el apareamiento de otras enfermedades como: bronquitis crónica, cáncer al pulmón y el asma (Greenpeace México, 2021).

En el Ecuador el uso de energía eléctrica convencional y la no aplicación de energías renovables con el enfoque de desarrollo sostenible, ha generado efectos desde el punto de vista ambiental y social por el uso del petróleo, afectando al paisaje, suelo, agua y aire por las emisiones de gases contaminantes, y el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero antropogénicas, generando impactos negativos (Reyes, 2021).

En algunas regiones del Ecuador, el consumo de energías de origen fósil para servicios de luz eléctrica, ocasiona problemas sociales y ambientales especialmente por los gases emitidos que repercuten en el medio ambiente, contaminación del suelo, aire, aguas superficiales y subterráneas, ecosistemas, cadenas productivas, en la salud de las personas por los contaminantes que llegan a ser perjudiciales para enfermedades cardiovasculares, respiratorias entre otras (Campoverde & Naula, 2017)

En la ciudad de Ibarra específicamente en los mercados Amazonas, Santo Domingo y Mayorista; así como productores emprendedores de La Choza y Kurikancha de esta localidad, utilizan actualmente energía eléctrica convencional, provocando los contaminantes ambientales y sociales respectivos, siendo una de las causas principales la no aplicación de proyectos mediante el uso de sistemas alternativos para la distribución de energía eléctrica en estos locales comerciales (Muñoz & Rojas, 2017).

Con el uso actual de la energía eléctrica convencional, los comerciantes de los mercados de la ciudad de Ibarra tienen actualmente menores rendimientos luminosos con las lámparas iluminarias, lo cual aumenta el factor de mantenimiento o conservación, por lo tanto, obtienen menores valores de eficiencia energética en las instalaciones, aumenta el consumo energético y los costos de este servicio (Castro & Posligua, 2015).

Generalmente los parámetros de los precios de la energía eléctrica convencional son más altos que los de producción de energía renovable, lo que incide en los niveles de gastos de los comerciantes de los mercados Amazonas, Santo Domingo y Mayorista; así como productores emprendedores de La Choza y Kurikancha de la ciudad de Ibarra (Contreras, 2020). Se considera que existe una tendencia creciente del incremento de los precios por kilovatio de cobertura del servicio ligado a los factores de inflación que tiene el país (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2021).

Los problemas actuales que tienen los comerciantes de los mercados de la ciudad de Ibarra son los continuos cortes, paros repentinos de energía eléctrica, relacionados con la calidad eléctrica, con anomalías de las bajas y subidas de tensión o sobretensiones (Defensoría del Pueblo, 2018). Esto ocasiona que los ambientes de los espacios físicos de estos establecimientos no dispongan de espacios iluminados afectando a la circulación de las personas que visitan estos mercados y a las operaciones comerciales respectivas, así como también los efectos que puede ocasionar en los equipos electrónicos, electrodomésticos, cámaras de vigilancia, cajeros automáticos, bloqueos informáticos y otros dispositivos que son sensibles a estos problemas de cortes de energía eléctrica (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2020).

Con el uso actual de la energía eléctrica convencional se considera que los mercados de la ciudad de Ibarra generan aproximadamente 1.217.20 toneladas de dióxido de carbono (CO₂), emisiones que contribuyen con efectos negativos al medio ambiente de su entorno, al efecto invernadero y cambio climático (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2021).

Las autoridades, entidades públicas y privadas de la ciudad de Ibarra no cuentan con políticas, programas, decisiones inteligentes, desconocen de innovaciones para el suministro de energía eléctrica, por lo que es importante desarrollar el diseño mecanismos renovables basado en planes solares que le permita cubrir la demanda de luz eléctrica a los comerciantes y productores de los mercados de Ibarra, contribuyendo al principio de sustentabilidad y sostenibilidad ambiental (GAD de Ibarra, 2020).

El desconocimiento de las energías renovables para la generación de luz eléctrica a los comerciantes y productores de los mercados de Ibarra, debe ser abordado con sistemas de paneles fotovoltaicos, que asegure el suministro de este servicio para atenuar la vulnerabilidad en los impactos negativos que ocasiona la energía convencional al medio ambiente y a la sociedad (GAD de Ibarra, 2020).

Una vez visualizada la problemática conduce a la siguiente pregunta de investigación: ¿El diseño de un sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaico cubrirá la demanda de electricidad de los comerciantes y productores de los mercados de Ibarra, Ecuador?

Los mercados de Ibarra generalmente usan grandes cantidades de energía eléctrica en los pasillos, accesos y locales comerciales, en la operatividad de equipos electrónicos (áreas de comidas), decoración de los locales, publicidad y en la ambientación. Esto genera altos costos de consumo eléctrico, por lo

que es necesario implementar este tipo de sistemas fotovoltaicos, los que son eficientes, eficaces y disminuyen un costo del 50 al 80% en relación a la energía convencional, que se traduce en ahorro económico para los comerciantes de estos mercados de Ibarra (GAD de Ibarra, 2020).

La implementación de un sistema de energía renovable a base de paneles solares fotovoltaicos para los comerciantes de los mercados Amazonas, Santo Domingo y Mayorista, La Choza y Kurikancha de la ciudad de Ibarra, permite consolidar y fortalecer la gestión socio ambiental como parte integral de funcionamiento de estos mercados. Asimismo, aporta al desplazamiento del uso de combustibles fósiles, como un mecanismo de tecnologías de eficiencia energética renovable, sostenible y sustentable, para asegurar la disponibilidad de energía eléctrica a los comerciantes de estos mercados, satisfaciendo la demanda actual y futura en condiciones de cantidad, calidad y seguridad.

Este diseño de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos permite contar con una oportunidad al desarrollo social, tecnológico y sobre todo a mejorar las condiciones económicas de los comerciantes de los mercados de Ibarra, generando precios menores que la electricidad convencional. Este tipo de energía a través de paneles fotovoltaicos es inagotable, no contamina el medio ambiente porque no emite gases de efecto invernadero, sustancias tóxicas contaminantes del aire, contaminantes de agua, no contribuye al calentamiento global y es un sistema eficiente para la lucha contra el cambio climático.

El diseño de un sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos es factible, considerando que en el mercado ecuatoriano existen empresas como: Chint Ecuador, Soltec, Hidroterm, Postanfi, AquaCobre entre las más importantes, que en su línea de productos comercializan paneles solares con altos indicadores los que les hace eficaces, eficientes y pueden ser adquiridos de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto (diseño).

En lo referente al aspecto social es factible porque se enfoca en el ámbito de energía renovable, minimizando los impactos a la salud por menor contaminación al aire, agua, suelo, contribución a la sostenibilidad ambiental y mejorar el acceso y seguridad a la generación de luz eléctrica que repercutirá positivamente en el entorno haciendo que las prácticas dirigidas hacia la producción de electricidad sean sustentables.

En lo pertinente al factor económico es viable sustentado en las proyecciones de los estados financieros y los indicadores que demuestran la viabilidad económica, financiera de los paneles solares fotovoltaicos, considerando que ya se dispone de los clientes seguros del proyecto que son los comerciantes localizados en los mercados de Ibarra, lo que se viabiliza la inversión del mismo en términos financieros.

La hipótesis de la investigación es la siguiente

La generación de energía renovable a base de paneles solares fotovoltaicos, a través del diseño de un sistema basado en paneles solares fotovoltaicos, cubre las necesidades de la demanda de energía eléctrica de los comerciantes y productores de los mercados de Ibarra.

El objetivo general es

Diseñar un sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos para mercados de Ibarra, Ecuador que permitan cubrir las necesidades de energía eléctrica de los comerciantes y productores.

Los objetivos específicos fueron

- Realizar la contextualización de la demanda de energía eléctrica de los comerciantes y productores de los mercados de la ciudad de Ibarra
- Definir los aspectos técnicos y de ingeniería del sistema de energía renovable a base de paneles solares fotovoltaicos
- Evaluar los impactos positivos y negativos que genera el sistema de energía renovable a base de paneles solares fotovoltaicos
- Determinar la evaluación económica – financiera del sistema de energía renovable a base de paneles solares
- Diseñar un sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos para mercados de Ibarra, Ecuador que permitan cubrir las necesidades de energía eléctrica de los comerciantes y productores.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación, se aplicó el enfoque cualitativo y cuantitativo. El enfoque cualitativo es un procedimiento metodológico que se utiliza para el análisis, comprensión,

características de un grupo de personas, elementos, de acuerdo al objetivo de la investigación (Salas, 2019). La variable cualitativa del presente estudio correspondió a los comerciantes y productores de los mercados de Ibarra, para definir el género, tipo de servicio o bien que tienen en sus locales comerciales y se consolidarán mediante la obtención de información y aplicación de estadística para registrar sus características.

El enfoque cuantitativo es el análisis en base a la medición numérica, porcentual, estadística para determinar patrones de comportamiento en el contexto o situación de acuerdo al objetivo de estudio (Mata, 2019). Las variables cuantitativas de esta investigación fueron: estudio técnico para determinar los aspectos más relevantes del tamaño del proyecto, ingeniería, evaluación económica financiera, análisis de los impactos ambientales, diseño del sistema de energía renovable, a través de mediciones objetivas, análisis numérico y estadístico que viabilizan la factibilidad del proyecto.

El empleo del método inductivo es el que analiza los hechos particulares hacia afirmaciones de carácter general de leyes, teorías, a través de la observación, comparación, experimentación, abstracción, generalización (Alipio et al., 2017). Este método en este trabajo permitió realizar el análisis de la demanda, estudio técnico, ingeniería del proyecto, evaluación económica financiera y ambiental, y relacionar con lo establecido en el marco conceptual.

El método deductivo permite el análisis de los datos a nivel general e interactuar con la información primaria, obtenida a través de diferentes instrumentos de recopilación del objeto de estudio (Narvaez, 2022). Con el método deductivo se realizó el análisis de los componentes generales del proyecto confrontando con la realidad de los datos encontrados para su aplicación, comprensión y demostración.

El tipo de investigación utilizado fue descriptivo analítico que es una etapa en la que se procesa los datos, proporciona información útil para la descripción de la situación actual de acuerdo a los objetivos de la investigación, formulando su análisis en forma crítica y estructurada, a través de narrativas, gráficos, tablas de categorías estadísticas (Espada, 2021). Este método se utilizó en la descripción y análisis de los datos obtenidos de la demanda, estudio técnico, ingeniería del proyecto, evaluación económica, financiera y la evaluación de impactos ambientales para demostrar la viabilidad del proyecto.

La población es el número de personas u objetos sujetos a estudio sea de carácter descriptivo, analítico o inferencial que se desea conocer algo en una investigación (Díaz, 2021). Para este estudio la población objeto de estudio fue de 4648 personas, de los cuales 4.610 corresponden a los comerciantes localizados en los mercados: Mayorista, Santo Domingo, Amazonas y 38 productores emprendedores de Kurikancha y La Choza de la ciudad de Ibarra. El marco muestral es el número representativo del universo desde el punto de vista estadístico, para establecer las extrapoblaciones correctas con representatividad de acuerdo a las variables u objetivos de la investigación (Ventura, 2017). El marco muestral se obtuvo a partir de la población de los 4610 comerciantes de los mercados de Ibarra, obteniéndose una muestra de 355 personas. Para la población de los 38 productores emprendedores de Kurikancha y La Choza no se determinó el cálculo de la muestra.

La técnica de la encuesta es un procedimiento de investigación que permite al investigador recopilar información empleando un instrumento de recolección de datos llamado cuestionario que está diseñado en relación a las variables objeto de estudio (Westreicher, 2020). Para esta investigación se utilizó un solo cuestionario de encuesta (instrumento de recolección de información) que está conformado por tres dimensiones o temáticas abordadas que son: demanda de energía eléctrica, oferta de energía eléctrica y energías renovables con paneles solares fotovoltaicos, de manera que se estructuró 15 preguntas cerradas de respuestas múltiples redactadas de forma clara sin dejar dudas acerca del grado de precisión que se esperó de los encuestados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la contextualización de la demanda de energía eléctrica de los comerciantes y productores de los mercados de la ciudad de Ibarra, se determina que la demanda de energía eléctrica obtenidos a través de las encuestas aplicadas a los comerciantes y productores de los mercados de Ibarra, se establece que el mercado Amazonas tiene un consumo de 437.500kw/mes, el mayorista de 107.500kw/mes, el Santo Domingo de 31.250 kw/mes, Kurikancha de 2.875kw/mes y La Choza de 1.875kw/mes, alcanzando un consumo promedio general de estos mercados de 581.000kw/mes.

Del análisis de los aspectos técnicos y de ingeniería del sistema de energía renovable a base de paneles solares fotovoltaicos se determinó lo siguiente: en cada mercado se estableció los sitios óptimos para la instalación de los paneles o sistemas fotovoltaicos, considerando la radiación solar directa y el

aprovechamiento del mayor tiempo posible de esta energía, para lo cual se consideró las cubiertas de las edificaciones de los mercados, para la implementación de los estacionamientos FV, la instalación de los paneles fotovoltaicos, los soportes y protectores respectivos. En la figura 1 se determina los procesos de instalación y funcionamiento de los paneles solares fotovoltaicos en los mercados de Ibarra, cuyas actividades son las siguientes:

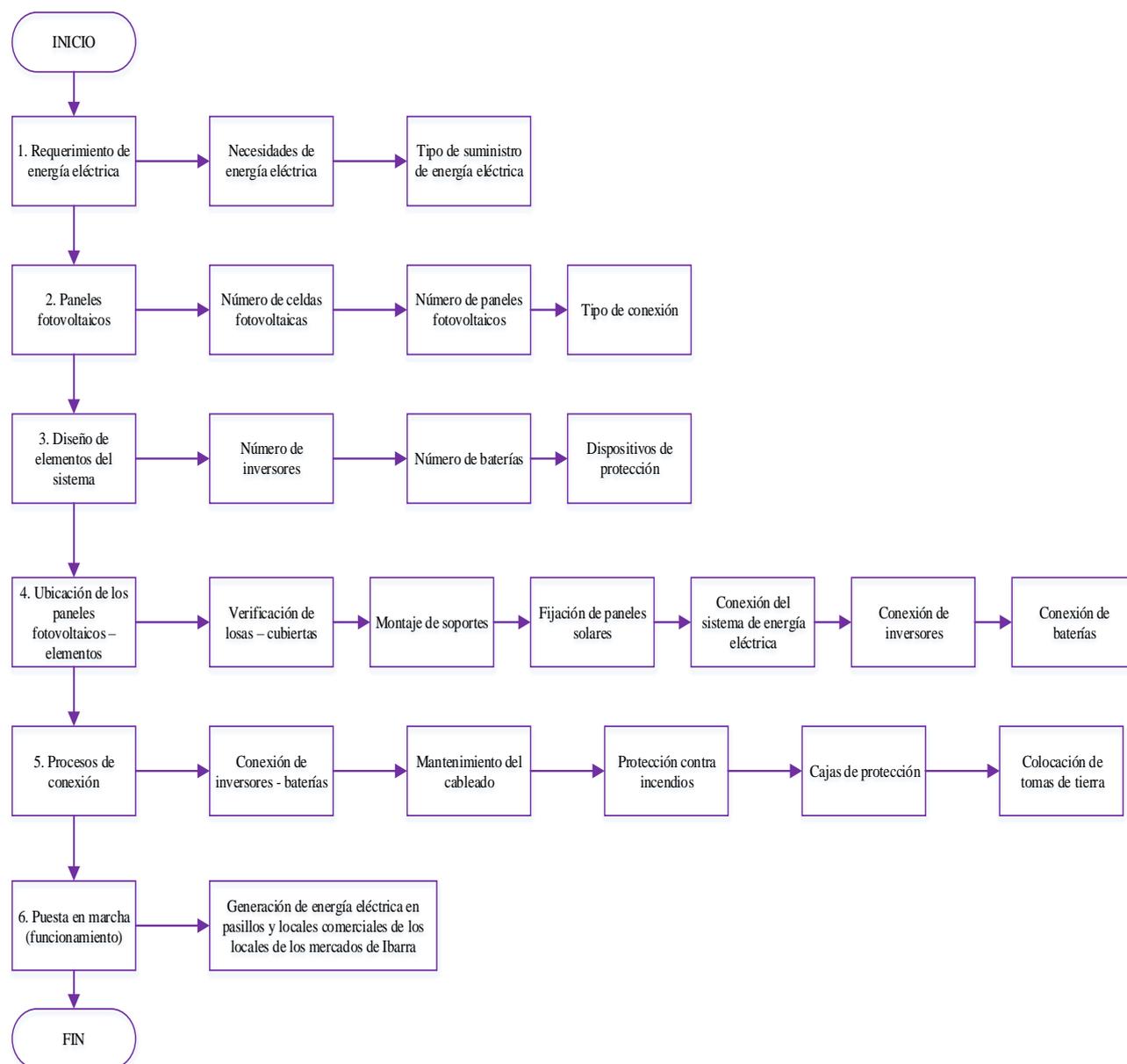
Figura 1 Procesos de instalación y funcionamiento de los paneles solares fotovoltaicos



Nota. La figura muestra los procesos de instalación y funcionamiento de los paneles solares fotovoltaicos en los mercados de Ibarra. Fuente: Elaboración Propia

Los procesos que se requieren para el diseño, cálculo de las instalaciones de generación eléctrica, a través de paneles fotovoltaicos para abastecer de energía eléctrica a los mercados de Ibarra son los que se detalla en la figura 2.

Figura 2 Diagrama de bloques del sistema de energía renovable basado en paneles fotovoltaicos



Nota. La figura muestra el diagrama de bloques del sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos.
Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de los impactos ambientales positivos - negativos, y cumplir con lo establecido en el Código Orgánico del Ambiente del Ecuador y lo estipulado en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, se procedió a estructurar la metodología para la evaluación de estos impactos con el enfoque de matriz de causa – efecto que es la matriz de Leopold como señala la tabla 1.

Tabla 1 Matriz de Leopold

Componente	Factor	Probabilidad	Impacto	Valoración total
Físico	Aire	1	1	(-)1
	Ruido	1	1	(-) 1
	Suelo	1	1	(-) 1
	Generación de desechos solidos	1	1	(-) 1
Subtotal				(-) 4
Medio biótico	Flora	1	1	(-) 1
	Fauna	1	1	(-) 1
	Subtotal			(-) 2
Socioeconómico	Actividades comerciales	5	4	(+) 20
	Empleo	4	4	(+)16
	Servicios básicos	5	5	(+) 25
	Subtotal			(+) 61
Impacto total = impactos negativos – impactos positivos				55

Nota. La tabla muestra la matriz de Leopold.

Fuente: Elaboración Propia

De la evaluación de los impactos se determina que en el componente físico se obtiene un puntaje de (-)4, en el componente medio biótico de igual forma un impacto negativo de (-)2, mientras que en el componente socioeconómico el impacto es positivo de (+) 61. Una vez establecido los impactos positivos y negativos se procedió a determinar la valoración total ($61 - 6 = 55$), estableciendo un puntaje de 55 positivo, que equivale a impacto “medianamente significativo”.

La evaluación económica se realizó considerando la inversión inicial en la que se detalla la inversión fija, capital operativo inicial, gastos preoperativos. Se fundamentan los presupuestos de costos operativos, gastos administrativos, gastos financieros y se estructuraron los estados financieros: estado de pérdidas y ganancias y estado de flujo neto de efectivo. La evaluación financiera se sustentó en la determinación del costo de oportunidad, tasa de rendimiento medio, para actualizar los flujos netos de efectivo y determinar los indicadores financieros: VAN, TIR, PRI, B/C, permitiendo identificar la viabilidad económica financiera de este sistema.

La inversión total requerida para el diseño de un sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos y su operatividad es de \$3.295.147.25, de los cuales en inversiones fijas se tiene un valor

de \$3.151.070.25, gastos preoperativos un valor de \$2.000 y en capital operativo inicial un monto de \$142.077, como se describe en la tabla 2.

Tabla 2 Inversión total

Descripción	Monto
1. Inversiones fijas	
Elementos constructivos	3.050.135,00
Montaje	91.993,25
Herramientas de mantenimiento	2.942,00
Muebles y enseres administrativo	2.400,00
Equipos de informática operativo	900,00
Equipos de informática de administración	2.700,00
Total inversiones fijas	3.151.070,25
2. Gastos preoperativos	2.000,00
3.Capital de trabajo	142.077,00
Total inversiones	3.295.147,25

Nota. La tabla muestra la inversión total del sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración Propia

Una vez descrita en forma específica los costos operativos, gastos administrativos, gastos financieros, se procedió a consolidar los costos totales que se incurrirán en el funcionamiento del sistema de energía renovable para los mercados de Ibarra, de manera que para el primer año estos son de \$694.119.25 y para el quinto año de \$496.998.87, como se señalan en la tabla 3.

Tabla 3 Costos totales consolidados

Fase	Años proyectados				
Año	1	2	3	4	5
Materiales directos	11.854,00	12.297,34	12.757,26	13.234,38	13.729,35
Mano de obra directa	28.724,40	31.666,01	32.850,32	34.078,92	35.353,48
Costos indirectos de operación	323.695,67	325.409,56	326.150,15	326.918,44	327.715,46
1. Costo Directos	364.274,07	369.372,91	371.757,73	374.231,75	376.798,29
Gastos de administración	53.052,81	58.245,18	60.363,93	62.561,92	64.842,11
2. Gastos Operativos	53.052,81	58.245,18	60.363,93	62.561,92	64.842,11
Costos Operativos (1+2)	417.326,88	427.618,09	432.121,66	436.793,66	441.640,40
Gastos de Financiar (intereses)	276.792,37	221.433,90	166.075,42	110.716,95	55.358,47
Total Gastos Operativos y No Operativos	694.119,25	649.051,98	598.197,08	547.510,61	496.998,87

Nota. La tabla muestra los costos totales consolidados.

Fuente: Elaboración Propia

El presupuesto de ingresos del sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos, se sustentó en la capacidad operativa de 581.000 kilovatios / mes, lo que significa una producción de energía eléctrica de 6.972.000kw/año, a un precio unitario de \$0.33/kw, lo que determina unos ingresos proyectados para el primer año operativo de \$2.300.760. Los valores de los ingresos proyectados para los otros años se detallan en la tabla 4.

Tabla 4 Ingresos proyectados

Concepto	Años proyectados				
	1	2	3	4	5
Ingresos proyectados	2.300.760,00	2.386.808,42	2.476.075,06	2.568.680,27	2.664.748,91
Total	2.300.760,00	2.386.808,42	2.476.075,06	2.568.680,27	2.664.748,91

Nota. La tabla muestra los ingresos proyectados.

Fuente: Elaboración Propia

El estado de pérdidas y ganancias se realizó para los cinco años proyectados del sistema de energía renovable, se presentan los ingresos, costos operativos, gastos administrativos, gastos financieros de cada uno de estos periodos. La utilidad neta en el primer año será de \$1.024.233.48, para el quinto año proyectado esta es de \$1.381.940.65, deduciéndose que existe la factibilidad por el rendimiento obtenido que representa el 44.51% (utilidad neta / ventas). Los valores se establecen en la tabla 5.

Tabla 5 Estado de pérdidas y ganancias

Concepto	Años proyectados				
	1	2	3	4	5
Ingreso por ventas	2.300.760,00	2.386.808,42	2.476.075,06	2.568.680,27	2.664.748,91
(-) Costo de operación	364.274,07	369.372,91	371.757,73	374.231,75	376.798,29
Utilidad Bruta	1.936.485,93	2.017.435,51	2.104.317,33	2.194.448,52	2.287.950,62
(-) Gastos de Administración	53.052,81	58.245,18	60.363,93	62.561,92	64.842,11
Utilidad Operacional	1.883.433,12	1.959.190,34	2.043.953,40	2.131.886,60	2.223.108,51
(-) Costos Financieros	276.792,37	221.433,90	166.075,42	110.716,95	55.358,47
Utilidad Antes de Participación	1.606.640,75	1.737.756,44	1.877.877,98	2.021.169,66	2.167.750,04
(-) 15% Participación de Utilidades	240.996,11	260.663,47	281.681,70	303.175,45	325.162,51
Utilidad Antes de Impuesto a la Renta	1.365.644,64	1.477.092,97	1.596.196,28	1.717.994,21	1.842.587,53
(-) Impuesto a la Renta 25%	341.411,16	369.273,24	399.049,07	429.498,55	460.646,88
Utilidad Neta	1.024.233,48	1.107.819,73	1.197.147,21	1.288.495,66	1.381.940,65

Nota. La tabla muestra el estado de pérdidas y ganancias.

Fuente: Elaboración Propia

La estructuración del flujo neto de efectivo determina los diferentes cambios en la situación financiera que tendrá el sistema de energía renovable, presentando información respecto a la generación del uso de los recursos de inversión, financiamiento y operaciones (costos, gastos), permitiendo evaluar la viabilidad y sustentabilidad económica, derivado de la producción de 6.972.000kw/año, a un precio de \$0.33/kw, los resultados de las entradas y salidas de efectivo establecen un flujo neto para el primer año de \$804.157.50, para los demás años proyectados y su comportamiento se muestran en la tabla 6.

Tabla 6 Flujo neto de efectivo

Fase	Años proyectados					Valor remanente libros
	Año 1	2	3	4	5	
Entradas de efectivo						
1. Recursos Financieros	1.883.433,1	1.959.190,3	2.043.953,4	2.131.886,6	2.223.108,5	
2. Utilidad Operativa	2	4	0	0	1	
3. Depreciación	306.747,58	306.747,58	306.747,58	306.747,58	306.747,58	
4. Amortización	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	
5. Valor Remanente en el Último año						1.528.938,7
	2.190.580,7	2.266.337,9	2.351.100,9	2.439.034,1	2.530.256,0	1.528.938,7
Total entradas de efectivo	0	2	8	8	9	4
Salidas de efectivo						
1. Activos no corrientes	0.00	0.00	0.00	3.600,00	0.00	
2. Capital de operación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3. Activos Pre operativos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4. Costos Financieros	276.792,37	221.433,90	166.075,42	110.716,95	55.358,47	
5. Pago a principal	527.223,56	527.223,56	527.223,56	527.223,56	527.223,56	
6. Impuestos	582.407,27	629.936,71	680.730,77	732.674,00	785.809,39	
	1.386.423,2	1.378.594,1	1.374.029,7	1.374.214,5	1.368.391,4	
Total salidas de efectivo	0	6	5	1	2	
				1.064.819,6	1.161.864,6	1.528.938,7
Entradas menos salidas	804.157,50	887.743,75	977.071,23	8	7	4
Saldo acumulado de efectivo (FNE)	804.157,50	1.691.901,2	2.668.972,4	3.733.792,1	4.895.656,8	

Nota. La tabla muestra el estado de flujo neto de efectivo.

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de la viabilidad financiera del sistema de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos, permitió establecer el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y el Beneficio / Costo (B/C), determinando la factibilidad y viabilidad desde el punto de vista financiero de este sistema. Para realizar la evaluación financiera se

procedió a determinar el costo de oportunidad y la tasa de rendimiento medio, para actualizar los flujos netos de efectivo proyectados y aplicar las fórmulas econométricas respectivas. En la tabla 7 se detallan los resultados obtenidos.

Tabla 7 Indicadores financieros

Indicadores financieros	Resultado
Tasa de Rendimiento Medio	13,34%
Valor Actual Neto	\$860.472,30
Tasa Interna de Retorno	22,4%
Periodo de Recuperación de la Inversión	4 años, 4 meses y 25 días
Beneficio / costo	\$1.26

Nota. La tabla muestra los resultados de los indicadores financieros.
Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Los sistemas de energía renovable basado en paneles solares fotovoltaicos, tienen como objetivo principal aprovechar la luz solar, convirtiéndola en energía eléctrica, segura, renovable, que tiene una relación directa con los principios de sostenibilidad y sustentabilidad ambiental, minimizando los gases de efecto invernadero, el calentamiento global, el cambio climático.

Los sistemas de energía renovable en base paneles solares fotovoltaicos son fuentes de energía eficaces, eficientes y se encuentran en armonía con la naturaleza, debido a esto existe una mayor utilización de las fuentes de energía renovable, para generar electricidad de manera sustentable y representa una opción para alcanzar un equilibrio al ambiente en la utilización de nuevas tecnologías para satisfacer el consumo de energía eléctrica, a través de la energía solar, alcanzando mayores rendimientos y óptimos niveles de producción energética.

Los paneles fotovoltaicos son generalmente los más utilizados en los sistemas de energía renovable, permitiendo generar electricidad de forma limpia, más accesible y con mayores rendimientos, satisfaciendo las necesidades en los ámbitos de viviendas, espacios públicos y privados, empresas, de acuerdo a la demanda de energía eléctrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2020). *Informe de actividades y gestión* . Ecuador .
- Alipio, O., Rodríguez, J., & Pérez , A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Escuela de Administración de Negocios*, 1-26.
- Campoverde, J., & Naula, F. (2017). *El cambio de la matriz energética en Ecuador; una perspectiva de su realidad*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Castro, M., & Posligua, N. (2015). *Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Contreras, R. (2020). *Análisis de las tarifas del sector eléctrico*. Chile: CEPAL.
- Defensoría del Pueblo. (11 de octubre de 2018). *Defensoría del Pueblo ante los cortes de energía ocurridos en diferentes zonas del país*. Obtenido de <https://www.dpe.gob.ec/defensoria-del-pueblo-ante-los-cortes-de-energia-ocurridos-en-diferentes-zonas-del-pais/>
- Díaz, N. (2021). *Población y muestra*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Espada, B. (29 de abril de 2021). *Qué es el método descriptivo y ejemplos*. Obtenido de <https://okdiario.com/curiosidades/que-metodo-descriptivo-2457888>
- Foster, S. (2018). *El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible*. España.
- GAD de Ibarra. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del canton Ibarra* . Ibarra.
- Greenpeace México. (05 de abril de 2021). *¿Cómo afectan los combustibles fósiles a la salud humana?* Obtenido de <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/9853/como-afectan-los-combustibles-fosiles-a-la-salud-humana/>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2018). *Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. México.
- Mata, L. (21 de mayo de 2019). *El enfoque cuantitativo de investigación*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cuantitativo-de-investigacion/>
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2021). *Balance energético nacional 2020*. Ecuador .
- Muñoz, J., & Rojas, M. (2017). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. *Ingenius*, 60-68.

Narvaez, M. (10 de abril de 2022). *Método deductivo: Qué es y cuál es su importancia*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-deductivo/>

Reyes, J. (2021). *Evaluación general de la matriz energética ecuatoriana y el aporte de las energías renovables no convencionales a la descarbonización de la generación eléctrica con énfasis en el potencial geotérmico*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.

Salas, D. (04 de junio de 2019). *El enfoque mixto de investigación: algunas características*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-mixto-de-investigacion/>

Ventura, J. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*, 648-649.

Westreicher, G. (01 de febrero de 2020). *Encuesta*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/encuesta.html>

