



Estudio de viabilidad de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía: caso Universidad San Gregorio Portoviejo

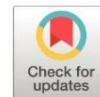
Feasibility study of photovoltaic systems as a source of energy: case Universidad San Gregorio Portoviejo

¹ Johanna Saltos Rivera
Universidad San Gregorio de Portoviejo.
jksaltos@sangregorio.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-2267-405X>

² Walter Navas Bayona
Universidad San Gregorio de Portoviejo.
winavas@sangregorio.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-5646-1821>



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 08/02/2022

Revisado: 23/03/2022

Aceptado: 03/04/2022

Publicado: 19/05/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i2.2163>

Cítese:

Saltos Rivera, J., & Navas Bayona, W. (2022). Estudio de viabilidad de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía: caso Universidad San Gregorio Portoviejo. ConcienciaDigital, 5(2), 162-183. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i2.2163>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de **exponer** sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

energía, energía solar, energía fotovoltaica, sistemas fotovoltaicos

Keywords:

energy, solar energy, photovoltaic energy, photovoltaic systems

Resumen

Introducción. Hoy en día son muchos los países que buscan alternativas para la producción de energía de fuentes y recursos naturales que además de representar una economía contribuyan a la disminución de la contaminación ambiental, flagelo, que está causando un gran daño al planeta y que ha llamado la atención de científicos, gobernantes y demás organizaciones mundiales que luchan por la conservación del ambiente. Una de las energías que está ganando un gran auge, es la energía fotovoltaica, la cual se obtiene a través de la energía solar y por medio de la cual se puede obtener energía eléctrica. **Objetivo.** Describir los aspectos más importantes sobre este tipo de energía, y la factibilidad de aplicación como fuente de energía en la Universidad San Gregorio Portoviejo. **Metodología.** De tipo descriptivo, bibliográfico y cualitativo. **Resultados.** Según los resultados obtenidos se puede observar que el flujo de caja obtenido luego de la inversión inicial es positivo, lo cual indica que el proyecto sería factible, ya que los costos no superan los ahorros que se obtendrán. **Conclusión.** La energía fotovoltaica, representa hoy en día, una alternativa para producir una energía de bajo costo y que no produce contaminación ambiental, por lo cual su uso se ha incrementado en varios países. A pesar de que los costos de instalación suelen ser elevados, es una inversión que generara ahorro en el futuro y reducción de los gastos en cuanto a la energía consumida.

Abstract

Introduction. Today there are many countries that are looking for alternatives to produce energy from natural sources and resources that, in addition to representing an economy, contribute to the reduction of environmental pollution, a scourge that is causing great damage to the planet and that has called the attention of scientists, governments and other world organizations that fight for the conservation of the environment. One of the energies that is gaining a great boom is photovoltaic energy, which is obtained through solar energy and through which electrical energy can be obtained. **Objective.** Describe the most important aspects of this type of energy, and the feasibility of its application as a source of energy at the San Gregorio Portoviejo University. **Methodology.** Descriptive, bibliographical, and qualitative. **Results.** According to the results obtained, the cash flow obtained after the initial

investment is positive, which indicates that the project would be feasible, since the costs do not exceed the savings that will be obtained. **Conclusion.** Today photovoltaic energy represents an alternative to produce low-cost energy that does not produce environmental pollution, for which its use has increased in several countries. Although installation costs are high, it is an investment that will generate savings in the future and reduce costs in terms of energy consumed.

Introducción

Durante mucho tiempo los seres humanos han estado involucrados en el uso de la energía, para fines de subsistencia y para avances tecnológicos que han aportado la mejora en muchos aspectos de la vida, desde la invención del fuego, máquinas de vapor, la generación de electricidad por grandes distancias, entre otras.

Uno de los recursos naturales más usado para la generación de energía, es el petróleo, el cual es el principal combustible usado por los seres humanos, seguido del uso del carbón y el gas natural. Estos recursos naturales se prevén puedan agotarse en un tiempo determinado, por lo cual se hacía necesario contar con una energía que fuese inagotable y que pudiera aprovecharse y representara, además, un bajo costo y una disminución de la contaminación ambiental.

Según *Earth System Research Laboratory* (ESRL, 2016, citado en Valdés et al., 2020), indica que entre los años 80 y 90, se presentó un aumento promedio anual de 0,44% de concentraciones de CO₂. Para el año 2.000 aumento en un 0,55%, alcanzado a 400,8 partes por millón (ppm) en el año 2015, lo cual constituye un peligro para el medio ambiente debido a la contaminación y el acelerado calentamiento global. Se sabe, que la contaminación muchas veces está ligada al consumo eléctrico, dado a la generación a través de la quema del carbón, lo cual libera CO₂ y otros contaminantes dañinos para el medio ambiente, por lo cual se hace necesario buscar otras alternativas de energías, que contribuyan a la conservación y mantenimiento de este.

Según Delgado (2019), la energía renovable es aquella que se consigue a través de fuentes naturales inagotables y tienen la capacidad de regenerarse por medios naturales. Estas se clasifican en:

- Energías renovables convencionales: son las grandes centrales hidroeléctricas

- Energías renovables no convencionales: comprende las generadoras de energía eólicas, solares fotovoltaicos, solares térmicos, geotérmicos, mareomotrices, de biomasa y pequeñas hidroeléctricas.

Por otra parte, Romero (2015, citado en Castro, 2019), señala que las energías son necesarias para que cualquier proceso productivo incremente la eficiencia, optimice el desempeño ambiental y fortalezca la ventaja competitiva a medida que su uso disminuya las emisiones atmosféricas, y por lo cual aporta a la mitigación del cambio climático.

En este sentido, *The World Bank* (2018, citado en Criollo et al., 2020), sostienen que el consumo total de energía producida a nivel mundial a través de fuentes renovables para el año 2017 alcanzó un 17,5%, donde el 9,6% se debieron a energías renovables como: geotérmica, hidroeléctrica, solar y eólica, mientras que el restante se debió a la utilización tradicional de biomasa, como leña y carbón vegetal.

Una de las energías a la cual se le está sacando provecho es la energía solar, la cual según Cevallos et al. (2019), la energía recibida del sol es muy grande; por lo tanto, si esta es aprovechada pudiera generar 20 veces la energía de las reservas de combustibles fósiles. Por otra parte, Santamarta (2004, como se citó en Cevallos et al. 2019) asegura que el sol representa una fuente de manera orgánica de gran importancia para todo el planeta, por ser una energía difusa, resultado complejo el aprovechamiento de la radiación solar. Asimismo, menciona que la energía solar, es de gran relevancia para el planeta, dado a que este colabora a la naturaleza para que ciertos fenómenos naturales se den, tales como: movimiento del agua y viento, permitiendo así el origen de otras fuentes de energía renovable como la eólica, hidroeléctrica, biomasa y mareomotriz.

Por otra parte, Arroyo et al. (2020), la Energía solar es considerada la forma más limpia para la generación de energía, a través de la radiación emitida por el sol, por lo que se considera una fuente de energía inagotable, sin embargo, los costos iniciales pueden ser considerables y su obtención para la generación de energía dependerá de la radiación solar, y representa una fuente de energía inagotable.

Se puede subdividir en dos tipos: la energía solar térmica, que se usa para el calentamiento del agua, y en la actualidad es utilizada para generar energía eléctrica a través de la producción de vapor. Así, como la energía solar fotovoltaico: es aquella que permite la transformación de la energía solar en electricidad, la cual es usada para abastecer energía eléctrica a aquellas zonas donde no se cuenta con este servicio.

De igual manera, Velasco & Salazar (2019), destacan que el uso de la energía solar viene desde el siglo III A.C., en la antigua Grecia, cuando se produjo la batalla de Siracusa, en esa oportunidad Arquímedes usó espejos para reflejar la luz solar, con el fin de incendiar la flota romana. Para el siglo XVI Leonardo Da Vinci, elaboró unos espejos

cóncavos, para provocar vapor y calor industrial. En el siglo XVIII, Georges-Louis Leclere, tomo el ejemplo de Arquímedes desarrollando varios experimentos con cristales de gafas, logrando producir fuego con fines industriales. Para el siglo XIX se efectuaron los grandes avances en cuanto a la transformación de la energía solar, en Francia en 1.839, el físico Alexandre Edmund Bequerel, descubrió el efecto fotoeléctrico, el cual dio origen a las células fotovoltaicas. Años más tarde el físico y matemático Agustín Mouchot, diseño y construyo el primer colector solar parabólico con fines comerciales. Para el siglo XX, nacieron las primeras compañías de energía solar, entre ellas, Power CO., la cual fue creada por Frank Schuman en Tancony, Estados Unidos en 1911, con una capacidad de generar 20 KVA.

Según Fajardo (2021), energía que puede obtenerse del sol dependerá de la intensidad de la radiación solar, tal irradiancia generalmente no suele superar los 1.000 W/m², el cual dependerá del lugar, la hora del día, época del año y estado del cielo. Entonces, se puede afirmar que la energía fotovoltaica tiene su origen de la energía solar.

En el mismo orden de ideas, Rodríguez-Gámez et al. (2018) definen la energía solar fotovoltaico como una fuente que genera electricidad de origen renovable, la cual es adquirida a través de la radiación solar.

Asimismo, Navas et al. (2022) señala que la energía solar se genera a través de la irradiación de una estrella, que en el caso de la tierra esta estrella la representa el sol, quien hace el papel de fuente energética, a través de la emisión de la radiación solar que se irradia través de ondas electromagnéticas generando un flujo hacia la atmosfera de 1.367.00 w/m², lo cual puede variar de acuerdo con la época del año entre 1.321 a 1.412 w/m². De igual forma Perpiñan (2013 citado por Navas et al. 2022), sostiene que al momento en que la radiación entra a la atmosfera, modifican sus características por diversos procesos, entre estos las nubes, el vapor de agua, el ozono y el dióxido de carbono. Por otra parte, menciona que la incidencia de energía solar puede ser aprovechada para varios fines, de manera pasiva, en la cual su aprovechamiento se realiza sin ningún tipo de dispositivo, y de forma activa, usando dispositivos, como los colectores solares que son capaces de generar energía térmica o energía fotovoltaico, para convertir la energía solar en energía eléctrica.

Por otra parte, Flechas & Peña (2020) mencionan que la energía fotovoltaico representa una solución a la producción de electricidad a través de componentes limpios, que no generan contaminación ambiental, puesto que, el proceso para generar la electricidad no deja residuos contaminantes para el medio ambiente, por lo que representa una estrategia para la responsabilidad social de la empresa que quiera alinearse a la conservación y preservación del medio ambiente. En este mismo orden de ideas Galvis & Piamonte (2021) señala que la energía solar fotovoltaico, es aquella que transforma la energía que es irradiada por el sol, para luego transformarla en energía eléctrica.

Asimismo, Saguay & Gutierrez (2021) mencionan las ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica:

Ventajas:

- Se utiliza un recurso natural inagotable, por la radiación emitida del sol.
- No genera residuos que dañen el entorno.
- Representa un ahorro energético a mediano y largo plazo
- Su mantenimiento es sencillo y de bajo costo
- Puede generarse en días nublados o lluviosos

Desventajas:

- Es necesario una inversión para poder implementar este sistema
- Su instalación es de alto costo
- Se debe contar con superficies adecuadas para la instalación de los paneles solares
- La mala ubicación de los paneles solares, pueden causar un efecto visual que puede afectar y contaminar el entorno.

Para Gómez-Ramírez et al. (2018), la energía fotovoltaica suministra grandes beneficios, por lo cual se busca aumentar su uso, con el propósito de reducir el uso de otras fuentes de energía, menor demanda de la red y una disminución de los precios de las energías tradicionales, lo cual representaría un beneficio para los consumidores. De igual manera, afirma que el costo de inversión para un sistema fotovoltaico es muy alto, sin embargo, una vez instalado, es un sistema con una vida útil larga y sus costos de mantenimiento son económicos y no necesita de ningún tipo de combustible.

Del mismo modo, Canchala & Chasi (2021) describen que los sistemas fotovoltaicos son aquellos equipos eléctricos y electrónicos encargados de transformar la energía solar en energía eléctrica. Su principal elemento para generarla es el panel fotovoltaico, el cual está constituido por células que son aptos para captar la radiación solar y transforma en energía eléctrica de corriente continua.

De igual manera, Guloso & Sierra (2020) menciona que los elementos básicos para realizar instalaciones fotovoltaicas son un generador fotovoltaico, que permite la transformación de la energía solar en energía eléctrica. Está compuesto por paneles solares y por células iguales que se conectan eléctricamente entre sí, bien en serie o en paralelo, lo cual hace que la tensión y la corriente que suministran dichos paneles se incrementen y se ajusten al valor deseado.

En este mismo orden de ideas San Romualdo (2006, citado en Guloso & Sierra, 2020) en el cual señala que la mayoría de los paneles solares se elaboran asociando primero células en serie hasta llegar a lograr el nivel de tensión esperado, posteriormente se van

uniendo en paralelo varias agrupaciones de células hasta alcanzar el nivel de corriente deseado. Asimismo, los paneles cuentan con otros elementos a parte de las células solares, que hacen posible una adecuada protección ante agentes externos, para asegurar la rigidez, la sujeción a las estructuras que lo soportaran y permitir la conexión eléctrica.

También se debe utilizar un inversor, este equipo es el encargado de la transformación de la energía recibida a través del generador fotovoltaico (corriente continua) y adecuarla a las condiciones que son requeridas, dependiendo del tipo de carga, generalmente en corriente alterna y el posterior suministro a la red.

Los inversores deben cumplir los siguientes aspectos:

- Deben poseer una eficiencia alta, de lo contrario se deberá aumentar el número de paneles para lograr la alimentación de la carga.
- Deben de estar protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas
- Concentrar rearme y desconexión automáticos
- Aceptar las demandas instantáneas de potencias superiores del 150% de su potencia máxima.
- Cumplir con todos los requisitos establecidos en el reglamento de baja tensión
- Baja distorsión armónica
- Bajo consumo
- Aislamiento galvánico
- Sistemas para efectuar medidas y monitoreo

En cuanto a la estructura de soporte de placas Barbera (2012) indica que el panel solar es sujetado por el bastidor, y generalmente se incluye un kit para su montaje e instalación, en el caso de no incluirlo se debe cumplir lo establecido en la ley. Es importante tener en cuenta la fuerza del viento, debiendo soportar una velocidad de 150Km/h. Asimismo es bien importante conocer que la estructura es la que fija la inclinación de los paneles solares, según lo comenta Barbera (2012), así como la utilización de hormigón y tornillos de acero inoxidable, y cumplir con la altura mínima entre el suelo y el panel de 30 cm.

En referencia a la caja general de protección se indica que, es la responsable de proteger toda la instalación eléctrica de cortocircuitos o punta de intensidad, lo cual puede afectar a todos los elementos de la red, esta caja puede incluir desde protecciones térmicas hasta fusibles, y aunado a esta se encuentra la puesta a tierra, donde y como menciona Barbera (2012), esta delimita la tensión que pueda llegar a presentarse en un momento dado en las masas metálicas de los componentes, permitiendo el aseguramiento de las protecciones y eliminando el riesgo. Estas tomas son establecidas con el propósito de delimitar la tensión que pudieran presentarse en cualquier momento las masas metálicas, y de esta forma asegurar la acción de las protecciones para eliminar o minimizar el riesgo por una avería.

Finalmente, el cableado de interconexión es aquel que conecta los diferentes paneles solares con las cajas de interconexión y con otra instrumentación. Deben estar fabricados con materiales de alta calidad a fin de asegurar su duración y fiabilidad en aquellos sistemas que se encuentren a la intemperie. Deben cumplir con lo establecido en los reglamentos técnicos para baja tensión. Para las conexiones eléctricas entre paneles se deben utilizar terminales.

Igualmente se señala, que la utilización de la energía solar fotovoltaico hoy en día es considerada la segunda fuente de energía renovable más usada en el mundo, después de la eólica, dado que esta energía ofrece soluciones a distintos sectores y como indica Corredor (2019) esta fuente de energía puede aplicarse en varios sectores produciendo un beneficio para estos, como en el sector de servicios en los sectores de comercio, inmobiliario, salud, alimentación, educación, etc., Supliendo la demanda de energía que requieren estos establecimientos para su producción de electrodomésticos, equipos y maquinarias de consumo. De igual manera para consumo residencial en viviendas y edificaciones, que permite el suministro de iluminación, enfriamiento, calentamiento de agua, calefacción, etc., también sirve para ser utilizada en la electrificación de viviendas aisladas ya que brinda la oportunidad del consumo de energía en aquellas zonas donde el abastecimiento eléctrico es deficiente o no existe. Asimismo, a nivel industrial y telecomunicaciones, pues abastece cierto porcentaje del total de lo que demanda el uso de las repetidoras, sistemas de comunicación, maquinaria o equipos de consumo industrial, lo cual disminuye el consumo de las redes convencionales a través de la generación distribuida.

En el sector agropecuario es utilizado ya que se aplica en sistemas agros ganaderos y de agricultura, cubriendo las necesidades de luz, refrigeración, cercas eléctricas, sistemas de riego, a través del bombeo fotovoltaico y otros equipos. Asimismo, en el transporte la energía eléctrica puede usarse para generar los movimientos mecánicos, pudiendo aplicarse en vehículos eléctricos, sistemas de transporte masivo (Corredor, 2019).

Metodología

La metodología para el presente artículo es de tipo descriptivo, bibliográfico y cualitativo, dado a que se fundamenta en lograr conocer a través de revisiones y mediciones la situación actual de consumo energético de la Universidad San Gregorio de Portoviejo y realizar el análisis del costo-beneficio para la factibilidad de inversión en el uso de energía fotovoltaico.

Asimismo, el estudio presenta una metodología cuantitativa dado al enfoque de la evaluación financiera de proyectos de inversión, el cual permitirá conocer la viabilidad del proyecto.

Resultados y discusión

Historia y Antecedentes

La Universidad San Gregorio de Portoviejo, está ubicada en la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, Parroquia Andrés de Vera, en la Avenida Metropolitana Eloy Alfaro No. 2005 y Avenida Olímpica, se creó según Decreto Legislativo No. 2000-33, de fecha 14 de diciembre del 2000. Inició sus operaciones desde el 20 de mayo de 1968. Su existencia está basada en la acción planificada y conjunta con estudiantes, catedráticos, empleados, trabajadores, autoridades y con el apoyo de la comunidad manabita, la cual ve en ella como generadora de profesionales altamente capacitados y con criterio humanista, conforme con las exigentes y avanzadas normas académicas de la educación superior actual.

Misión

Universidad humanista e inclusiva, comprometida con la gestión del conocimiento y la cultura al servicio de la sociedad.

Visión

Ser una Universidad protagonista en la transformación social

Viabilidad del proyecto

Como muchas empresas y organismos, están adoptando el uso de la energía fotovoltaico, a fin de disminuir el uso de la energía eléctrica regular, la Universidad San Gregorio de Portoviejo requiere un estudio que le permita decidir la factibilidad del uso de esta energía, evaluando los costos de inversión y los beneficios que pudiera conseguir al implementarla.

Radiación Solar en Portoviejo

Dada la ubicación de la Universidad de San Gregorio de Porto Viejo y a través del análisis de los datos obtenidos por medio del software de PVsyst, se puede concluir que la irradiación anual en esta zona es de 1.608,10KWh/m², por lo cual, el promedio mensual se situaría en 134,00KWh/m². Es importante destacar que lo meses en que hay una mayor irradiación solar es en marzo, abril y mayo. En la tabla 1 se muestra la radiación solar mensual y el promedio de esta expresada en KWh/m²/mes

Tabla 1
Radiación Solar Kwh/m²/mes

Periodos	Meteonorm (2010/2014)	Nasa-SSE (1983-2005)	Pvgis-TMG	NREL NSRDB (1998-2016)
Enero	136,10	169,60	111,80	116,20
Febrero	129,10	148,40	110,20	116,80
Marzo	158,50	180,10	140,00	151,40
Abril	163,80	172,20	151,30	142,70
Mayo	153,20	161,50	132,40	130,30
Junio	115,70	122,70	102,20	116,70
Julio	123,40	113,50	101,60	121,40
Agosto	136,40	124,00	133,40	134,10
Septiembre	127,30	131,10	140,60	153,00
Octubre	104,00	136,40	155,10	138,40
Noviembre	115,40	137,70	131,30	152,40
Diciembre	139,20	161,80	136,10	134,70
Promedio	1.602,10	1.759,00	1.546,00	1.608,10

Horas de Sol

La radiación solar promedio al día en Portoviejo es de 4,41 KWh/m²/día, lo que indica que es una zona con factibilidad para implementar un sistema de energía fotovoltaico. En la tabla 2 se muestran las horas sol por mes y la temperatura de la zona.

Tabla 2
Horas sol en Portoviejo

Mes	Radiación Solar diaria NREL NSRDB	Temperatura °C NREL NSRDB
Enero	3,75	25,92
Febrero	4,17	25,97
Marzo	4,88	26,23
Abril	4,76	25,72
Mayo	4,20	25,76
Junio	3,89	24,40
Julio	3,92	24,06
Agosto	4,33	23,71
Septiembre	5,10	23,30
Octubre	4,46	23,83
Noviembre	5,08	23,74
Diciembre	4,35	25,14
Promedio	4.41	24,81

Irradiación solar en Portoviejo

En la tabla 3 se muestra los datos de la irradiación solar recibida en Portoviejo, en la cual se obtiene que la irradiación horizontal global (GloHor) es de 1.601,80 KWh/m², la irradiación difusa horizontal (DiffHor) es de 955,12 KWh/m², la temperatura promedio es 24,81°C, de Global incidente plano receptor (Globine) es de 1.596,10 KWh/m², Global efectivo, luego de IAM y sombreados (GlobEff) es de 1.554,50 KWh/m², la energía efectiva salida del conjunto (EArray) es de 249,88 MWh, la energía inyectada a la red (E

Grid) es de 242,67 MWh y por último la proporción de rendimiento del sistema (PR) es de 0,862.

Tabla 3
Irradiación de Porto Viejo

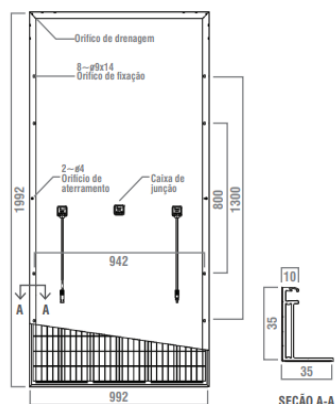
Periodos	GlobHor KWh/m2	DiffHor KWh/m2	T. Ambiente °C	Globine KWh/m2	GlobEff KWh/m2	EArray MWH	E_Grid MWh	PR
Enero	136,20	88,67	25,92	128,60	124,50	20,08	19,50	0,856
Febrero	129,00	79,25	25,97	124,20	120,70	19,35	18,79	0,858
Marzo	158,50	86,75	26,23	156,60	152,80	24,32	23,63	0,856
Abril	163,70	85,16	25,72	167,50	164,00	26,09	25,36	0,858
Mayo	153,10	73,48	25,76	161,20	157,80	25,08	24,36	0,857
Junio	115,70	75,06	24,40	121,20	118,20	19,12	18,57	0,869
Julio	123,30	78,69	24,06	128,40	125,30	20,28	19,71	0,870
Agosto	136,40	82,67	23,71	140,30	137,10	22,17	21,54	0,871
Septiembre	127,30	77,66	23,30	127,30	124,10	20,00	19,41	0,865
Octubre	103,80	75,43	23,83	101,10	97,80	15,88	15,39	0,864
Noviembre	115,50	72,61	23,74	109,70	106,30	17,21	16,69	0,863
Diciembre	139,30	79,68	25,14	130,00	125,90	20,30	19,70	0,859
Año	1.601,80	955,12	24,81	1.596,10	1.554,50	249,88	242,67	0,862

Características del Panel Solar requerido

En la figura 1, se muestran las características mínimas que debe contener el Panel Solar requerido para la propuesta de implantación de la energía fotovoltaico en la Universidad San Gregorio de Porto Viejo, la cual debe contar con una potencia de 350Wp, con un tamaño aproximado de 1,976064m², la cual generaría una eficiencia del 17,71%. En la Figura 2, se muestran las especificaciones eléctricas de dicho panel sola

Figura 1
Especificaciones técnicas del Panel Solar

BYD
POLICRISTALINO HALF-CELL
PHK-36-SÉRIE-5BB **325-350W**



FICHA TÉCNICA	
CÉLULA	156.75x78.40mm
NÚMERO DE CÉLULAS	144 (12x12) unidades
DIMENSÕES DO MÓDULO	1992mm x 992mm x 35mm
PESO	22.2kg
VIDRO FRONTAL	Vidro temperado de 3.2mm com revestimento AR
ESTRUTURA	Liga de alumínio anodizado
CAIXA DE JUNÇÃO	IP67 (3 Diodos)
TIPO DE CONECTOR	Compatível com MC4
ÁREA DE SEÇÃO DO CABO	4,0mm²X450mm

COEFICIENTES DE TEMPERATURA	
COEFICIENTE DE TEMPERATURA DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO	0.07% / °C
COEFICIENTE DE TEMPERATURA DA TENSÃO DE CIRCUITO ABERTO	-0.31% / °C
COEFICIENTE DE TEMPERATURA DA POTÊNCIA DE PICO	-0.39% / °C

INFORMAÇÕES SOBRE A EMBALAGEM	
EMBALAGEM	40' HQ
UNIDADES / PALLET	30
PALLET / CONTAINER	22
UNIDADES / CONTAINER	660

Fuente: BYD Energy Do Brasil (2019)

Figura 2
Especificaciones eléctricas

ESPECIFICAÇÃO ELÉTRICA						
TIPO DE MÓDULO	325PHK-36	330PHK-36	335PHK-36	340PHK-36	345PHK-36	350PHK-36
POTÊNCIA MÁXIMA (P _{máx})	325Wp	330Wp	335Wp	340Wp	345Wp	350Wp
TENSÃO DE CIRCUITO ABERTO (V _{oc})	44.94V	45.19V	45.44V	45.69V	45.94V	46.19V
CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO (I _{sc})	9.14A	9.20A	9.25A	9.31A	9.36A	9.42A
TENSÃO MÁXIMA DE FUNCIONAMENTO (V _{mp})	37.57V	37.83V	38.10V	38.36V	38.62V	38.87V
CORRENTE DE POTÊNCIA DE PICO (I _{mp})	8.65A	8.72A	8.79A	8.86A	8.93A	9.00A
EFICIÊNCIA DO MÓDULO	16.45%	16.70%	16.95%	17.21%	17.46%	17.71%
TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	-40°C--85°C					
TENSÃO MÁXIMA DO SISTEMA	1500VDC					
VALOR NOMINAL DA CORRENTE MÁXIMA DO FUSÍVEL	15A					
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	Classe C					
TOLERÂNCIA DE SAÍDA DE POTÊNCIA	0-5W					
VENTO / CARGA DE NEVE	2400 Pa / 5400 Pa					

Fuente: BYD Energy Do Brasil (2019)

Características del Inversor

En la figura 3 se muestran las especificaciones que debe contener el inversor para la puesta en marcha el proyecto.

Figura 3
Datos técnicos del Inversor BSG15KTL

Input side (DC)	
PV Input Power (Recommended)	15300W
Max. DC Input Voltage	1000V
MPPT Voltage range	360–800V
Maximum input current	45A
Number of MPP trackers/strings per MPP tracker	1/6
Maximum current per DC input	15A
Output side (AC)	
Max. AC Output Power	15000W
Nom. AC Output Power	15000W
Max. AC Output Current	24A
Nom. AC Voltage; range	3 / N / PE, 220 V / 380 V
AC grid frequency; range	50, 60 Hz; - 6 Hz, +5 Hz
Power Factor	0.8inductive...0.8capacitive
System data	
Max Efficiency	>97.5%
European Efficiency	>97%
Output Current THD	<3%
Topology	Transformer less
Electronics protection rating	IP65
Cooling method	temperature-dependent fan
Noise emission	60dB
Internal consumption (night)	<1W
Display and communication	
Display	graphical display
Communication method	RS485/Ethernet (optional)
Protect function	
Short circuit protection	Yes
Overload protection	Yes
DC over/under voltage protection	Yes
AC over/under voltage protection	Yes
AC over/under frequency protection	Yes
Over temperature protection	Yes
DC Reverse Connection Protection	Yes
Non-islanding Protection	Active and passive control
reverse current protection	Yes
DC switch Disconnect	Included
all-pole sensitive fault current monitoring unit	Included
Protection class / overvoltage category	I/III
Structure data	
Dimension (W×H×D)	510×705×300mm
Weight	65kg
Operating Environment	
Ambient Operating Temperature	-25--55°C
Ambient Storage Temperature	-40--70°C

Fuente: BYD Auto (2011)

Características de instalación

Los equipos necesarios para la poner en marcha en proyecto, se detallan en la tabla 4, siendo estos los que se requieren para poder cubrir con la demanda de la Universidad San Gregorio de Porto Viejo.

Tabla 4
Equipos requeridos

<i>Parámetros</i>	<i>Unidad</i>	
<i>No. Módulos</i>	504	<i>Uds</i>
<i>No. Strings</i>	28	<i>Uds</i>
<i>No. Módulos por String</i>	18	<i>Uds</i>
<i>Potencia pico del modulo</i>	360	<i>WP</i>
<i>Potencia pico total</i>	176000	<i>WP</i>
<i>No. De inversores</i>	10	<i>Uds</i>
<i>Potencia de un inversor</i>	15	<i>Kw (AC)</i>
<i>Potencia total inversores</i>	150	<i>Kw (AC)</i>

Cálculos de la Energía

En la tabla 5, se muestra la cantidad de energía efectiva y la energía que debe inyectarse a la red, obteniendo un total de 242.749,27 KWh de energía inyectada a la red, luego de descontar las distintas perdidas de esta durante el proceso.

Tabla 5
Energía Efectiva

	1.601,80	<i>KWh/m2</i>	<i>IRRADIACION GLOBAL HORIZONTAL</i>
		0,36%	<i>Perdida por incidencia plano receptor</i>
		2,61%	<i>Perdida factor IAM en global</i>
	1.554,38	<i>KWh/m2</i>	<i>IRRADIACION EFECTIVA</i>
			<i>Conversion FV</i>
		0,89%	<i>Perdida de FV por irradiancia</i>
		5,77%	<i>Perdida FV por temperatura</i>
		-0,75%	<i>Pérdida de calidad de modulo</i>
		2,10%	<i>Perdida de desajustes, módulos y cadenas</i>
		0,91%	<i>Perdida Ohmica del cableado</i>
<i>Energía efectiva a l salida del conjunto</i>	250.248,06	<i>KWh</i>	<i>ENERGIA DEL CONJUNTO</i>
		2,88%	<i>Perdida del inversor durante la operación</i>
		0,12%	<i>Perdida en el inversor por el umbral de potencia</i>
	242.749,27	<i>KWh</i>	<i>ENERGIA INYECTADA A LA RED</i>

Requerimientos mínimos para la inversión

Para la puesta en marcha del proyecto se requiere hacer una inversión inicial de \$242.174,16, la cual está comprendida por los siguientes equipos y materiales descritos en la tabla 6.

Tabla 6
Inversión del Proyecto

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Módulos FV	504	226,24	114.024,96
Marquesina simple	10	3.472,00	34.720,00
Inversores	10	5.529,16	55.291,60
Cable solar rollo 100 metros	60	64,96	3.897,60
Pack de breakers DC, Breakers AC y seccionador AC	20	220,00	4.400,00
Pack de pernos y Accesorios varios	20	120,00	2.400,00
Dispositivos de protección sobrevoltaje 3.5kV (Up)	60	120,00	7.200,00
Gabinete metálico pequeño para distribución AC	20	250,00	5.000,00
Conectores MC4	60	4,00	240,00
Montaje mecánico	1	15.000,00	15.000,00
INVERSION TOTAL			242.174,16

Cálculo de la tasa mínima aceptable de rendimiento

Para el cálculo de esta tasa se tomó en cuenta la Damoradan Beta Rate NYU Stern (BETA) que se ubicó en 1,07%, la tasa de la bolsa de valores de Guayaquil Banco Central, Bonos del Ecuador (RF) que se ubicó en 7,56% y la tasa de la bolsa de valores de Guayaquil, Súper Compañías, Índices Bursátiles Roe de las empresas (RM) la cual se ubicó en 10,56%, Obteniendo de esta manera una TMAR de 10,77%, lo cual nos indica que este es el rendimiento mínimo que debe obtener la empresa por la inversión realizada.

Evaluación Financiera

A continuación, se describirán los costos y ahorros del proyecto para un lapso de 25 años, según se muestra en la tabla 7.

Tabla 7
Cálculo de costos y ahorros del proyecto

Periodo	Costos	Ahorros	Inversión Inicial	Flujo de Caja
Año 0			242.174,16	242.174,16
Año 1	2.421,74	43.680,60		41.258,86
Año 2	2.494,39	43.680,60		41.186,21
Año 3	2.569,23	43.680,60		41.111,37
Año 4	2.646,30	43.680,60		41.034,30
Año 5	2.725,69	43.680,60		40.954,91
Año 6	2.807,46	43.680,60		40.873,14
Año 7	2.891,69	43.680,60		40.788,91
Año 8	2.978,44	43.680,60		40.702,16
Año 9	3.067,79	43.680,60		40.612,81
Año 10	3.159,82	43.680,60		40.520,78
Año 11	3.254,62	43.680,60		40.425,98
Año 12	3.352,26	43.680,60		40.328,34
Año 13	3.452,82	43.680,60		40.227,78
Año 14	3.556,41	43.680,60		40.124,19
Año 15	3.663,10	43.680,60		40.017,50

Tabla 7
Cálculo de costos y ahorros del proyecto (continuación)

Periodo	Costos	Ahorros	Inversión Inicial	Flujo de Caja
Año 16	3.772,99	43.680,60		39.907,61
Año 17	3.886,18	43.680,60		39.794,42
Año 18	4.002,77	43.680,60		39.677,83
Año 19	4.122,85	43.680,60		39.557,75
Año 20	4.246,54	43.680,60		39.434,06
Año 21	4.373,93	43.680,60		39.306,67
Año 22	4.505,15	43.680,60		39.175,45
Año 23	4.640,31	43.680,60		39.040,29
Año 24	4.779,52	43.680,60		38.901,08
Año 25	4.922,90	43.680,60		38.757,70

Para el cálculo de los costos se tomó en cuenta el monto de la inversión inicial multiplicado por la tasa de costos de mantenimiento la cual es de 1%. Estos costos se estimaron aumenten en 1.03% por cada año. Para el cálculo del ahorro, se tomó como base el resultado de la irradiación de energía inyectada a la red (Egrid) multiplicado por 1.000 y por el costo KWh el cual es de USD\$0.18.

Según los resultados obtenidos se puede observar que el flujo de caja obtenido luego de la inversión inicial es positivo, lo cual indica que el proyecto sería factible, ya que los costos no superan los ahorros que se obtendrán.

Criterios de Evaluación Financiera

Se Procedió a realizar los cálculos de los índices financieros los cuales arrojaron los resultados obtenidos en la tabla 8

Con respecto al cálculo del Valor Actual Neto (VAN), se obtuvo un resultado de \$348.0325,34 lo que indica que luego de restar a los flujos de cajas la inversión inicial el proyecto generara una ganancia por el monto señalado.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se ubicó en un 16,47%, lo cual indica que se obtendrá ese beneficio por la inversión efectuada.

La razón beneficio costo, se ubica en \$1,44, mayor a 1, lo cual nos indica que el proyecto es rentable ya que su valor supera este valor.

La recuperación de la inversión o Payback Descontado arroja que la misma se recuperara en un lapso de 9 años y 9 meses, lo cual significa que se recuperara en un corto plazo la inversión inicial realizada.

Tabla 8
Criterios de evaluación financiera

Criterios de evaluación financiera	
VAN	\$348.025,34
TIR	16,47%
RAZON BENEFICIO COSTO	\$1,44
PAYBACK DESCONTADO	9 AÑOS Y 9 MESES

Con la evaluación financiera realizada, plantearemos a continuación dos escenarios que pudiesen presentarse en la puesta en marcha del proyecto, y que pudieran de algún modo, afectar la decisión de inversión.

Escenario No. 1

En este escenario tomaremos en cuenta la reducción de ahorro en un 10%, tomando como base los costos y ahorros presentados en el cálculo de los costos y ahorros del proyecto, y una tasa TMAR de 10,77% según lo mostraremos en la tabla 9.

Tabla 9
Cálculo de costos y ahorros del proyecto con una disminución del 10% del Ahorro

Periodo	Costos	Ahorros	Inversión Inicial	Flujo de Caja
Año 0			242.174,16	242.174,16
Año 1	2.421,74	39.312,54		39.890,80
Año 2	2.494,39	39.312,54		36.818,15
Año 3	2.569,23	39.312,54		36.743,31
Año 4	2.646,30	39.312,54		36.666,24
Año 5	2.725,69	39.312,54		36.586,85
Año 6	2.807,46	39.312,54		36.505,08
Año 7	2.891,69	39.312,54		36.420,85
Año 8	2.978,44	39.312,54		36.334,10
Año 9	3.067,79	39.312,54		36.244,75
Año 10	3.159,82	39.312,54		36.152,72
Año 11	3.254,62	39.312,54		36.057,92
Año 12	3.352,26	39.312,54		35.960,28
Año 13	3.452,82	39.312,54		35.859,72
Año 14	3.556,41	39.312,54		35.756,13
Año 15	3.663,10	39.312,54		35.649,44
Año 16	3.772,99	39.312,54		35.539,55
Año 17	3.886,18	39.312,54		35.426,36
Año 18	4.002,77	39.312,54		35.309,77
Año 19	4.122,85	39.312,54		35.189,69
Año 20	4.246,54	39.312,54		35.066,00
Año 21	4.373,93	39.312,54		34.938,61
Año 22	4.505,15	39.312,54		34.807,39
Año 23	4.640,31	39.312,54		34.672,23
Año 24	4.779,52	39.312,54		34.533,02
Año 25	4.922,90	39.312,54		34.389,64

Con esta información se obtuvieron los siguientes criterios de evaluación:

Tabla 10

Criterios de evaluación financiera con una disminución del 10% del ahorro

Criterios de evaluación financiera	
VAN	\$321.581,17
TIR	14,51%
RAZON BENEFICIO COSTO	\$1,33
PAYBACK DESCONTADO	11 AÑOS Y 4 MESES

Escenario 2

En este escenario tomaremos en cuenta el aumento de ahorro en un 10%, tomando como base los costos y ahorros presentados en el cálculo de los costos y ahorros del proyecto, y una tasa TMAR de 10,77% según lo mostrado en la tabla 11.

Tabla 11

Cálculo de costos y ahorros del proyecto con un aumento del 10% del Ahorro

Periodo	Costos	Ahorros	Inversión Inicial	Flujo de Caja
Año 0			242.174,16	242.174,16
Año 1	2.421,74	48.048,66		45.626,92
Año 2	2.494,39	48.048,66		45.554,27
Año 3	2.569,23	48.048,66		45.479,43
Año 4	2.646,30	48.048,66		45.402,36
Año 5	2.725,69	48.048,66		45.322,97
Año 6	2.807,46	48.048,66		45.241,20
Año 7	2.891,69	48.048,66		45.156,97
Año 8	2.978,44	48.048,66		45.070,22
Año 9	3.067,79	48.048,66		44.980,87
Año 10	3.159,82	48.048,66		44.808,84
Año 11	3.254,62	48.048,66		44.794,04
Año 12	3.352,26	48.048,66		44.696,40
Año 13	3.452,82	48.048,66		44.595,84
Año 14	3.556,41	48.048,66		44.492,25
Año 15	3.663,10	48.048,66		44.385,56
Año 16	3.772,99	48.048,66		44.275,67
Año 17	3.886,18	48.048,66		44.162,48
Año 18	4.002,77	48.048,66		44.045,89
Año 19	4.122,85	48.048,66		43.925,81
Año 20	4.246,54	48.048,66		43.802,12
Año 21	4.373,93	48.048,66		43.674,73
Año 22	4.505,15	48.048,66		43.543,51
Año 23	4.640,31	48.048,66		43.408,35
Año 24	4.779,52	48.048,66		43.269,14
Año 25	4.922,90	48.048,66		43.125,76

Con esta información se obtuvieron los siguientes criterios de evaluación:

Tabla 12

Criterios de evaluación financiera con un aumento del 10% del ahorro

Criterios de evaluación financiera	
VAN	\$399.084,90
TIR	18,39%
RAZON BENEFICIO COSTO	\$1,65
PAYBACK DESCONTADO	8 AÑOS Y 2 MESES

A continuación, en la tabla 13, se mostrará un resumen de los criterios de evaluación, tomando en cuenta el proyecto inicial, así como también, los dos escenarios que pudiese presentarse en la ejecución de este.

Tabla 13

Comparación Criterios de evaluación financiera

Criterios de evaluación financiera	Estimado	Escenario 1	Escenario 2
VAN	\$348.025,34	\$321.581,17	\$399.084,50
TIR	16,47%	14,51%	18,39%
RAZON BENEFICIO COSTO	\$1,44	\$1,33	\$1,65
PAYBACK DESCONTADO	9 AÑOS Y 9 MESES	11 AÑOS Y 4 MESES	8 AÑOS Y 2 MESES

Con estos resultados se puede decir entonces, que en el peor de los casos que se presentara el escenario 1, donde el ahorro de energía disminuiría en un 10%, el proyecto sigue siendo viable, ya que los índices de evaluación financiera siguen siendo positivos, otorgándole al proyecto un alto índice de rentabilidad, sin embargo, la recuperación de la inversión inicial tardara dos años más de lo estipulado.

Conclusiones

La energía fotovoltaica, representa hoy en día, una alternativa para producir una energía de bajo costo y que no produce contaminación ambiental, por lo cual su uso se ha incrementado en varios países.

A pesar de que los costos de instalación suelen ser elevados, es una inversión que generara ahorro en el futuro y reducción de los gastos en cuanto a la energía consumida.

De acuerdo con el estudio de viabilidad realizado para la implantación del sistema de energía fotovoltaico en la Universidad San Gregorio de Portoviejo, se puede decir:

- El proyecto es viable, dado a que la TMAR se ubica en 10,77% lo cual es señal que existe un buen rendimiento del proyecto
- La proyección del flujo de caja se mantiene positivo para todos los años, indicando que los ahorros se mantendrán siempre por encima de los costos.

- El Valor Actual Neto (VAN) arroja un resultado de \$348,325,34, que representa el monto de la ganancia al implementar el proyecto
- La tasa interna de retorno que se obtuvo fue de 16,47%, lo cual al ser mayor a 0 indica que el proyecto dará como resultado beneficios.
- El beneficio costo, se ubicó en \$1,44, que al ser mayor a 1 nos indica que la rentabilidad del proyecto.
- El *payback* descontando señala que la inversión inicial será recuperada en un lapso de 9 años y 9 meses.

Por la obtención en positivo de todos los criterios financieros que fueron evaluados, se recomienda la puesta en marcha del proyecto, y así sumarse al gran grupo de empresas y organizaciones, que hoy en día implementan el uso de la energía solar fotovoltaico, a fin de contribuir con el ahorro de la energía eléctrica, ya que esta es una fuente no renovable y que en cualquier momento pudiera dejar de estar disponible.

Referencias bibliográficas

- Arroyo, S., Moller, L., & Salles, A. (2020). *Determinantes de inversión en energía solar fotovoltaica en Uruguay*. Tesis entregada como requisito para la obtención del título Máster en Dirección Financiera y Máster en Contabilidad y Finanzas, Montevideo.
<https://dspace.ort.edu.uy/bitstream/handle/20.500.11968/4361/Material%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barbera, D. (2012). *Introducción a la energía fotovoltaica*.
<https://es.scribd.com/document/386464517/IntroducciA-n-a-la-EnergA-a-Fotovoltaica>
- BYD Auto. (08 de abril de 2011). *Non-isolated photovoltaic grid-connected inverter BSG15KTL*. <https://cdn.ensolar.com/Product/pdf/Inverter/50a1c7bd73e33.pdf>
- BYD Energy Do Brasil. (2019). *BYD Policristalino Half-Cell PHK-36 Serie 5BB. Especificaciones y Ficha Técnica*. https://www.byd.ind.br/2020/wp-content/uploads/2020/09/PHK_36_SERIES_5BB_pnl_solar_byd_01_020320.pdf
- Canchala, J., & Chasi, M. (2021). *Diseño de un módulo seguidor fotovoltaico para determinar ángulos incidentes de radiación solar en la generación de energía eléctrica*.

- Castro, W. (2019). *Ventajas del aprovechamiento del viento en la realización de proyecto eólicos en Colombia*. Tesis, Universidad Militar Nueva granada. doi: <http://hdl.handle.net/10654/39472>
- Cevallos, W., Rojas, D., Domínguez, L., Cruz, B., & Yerovi, M. (abril de 2019). La Energía Fotovoltaica. Revista académica Contribuciones a la Economía. *Revista académica Contribuciones a la Economía*, 1-22.
- Corredor, L. (2019). La importancia del uso de módulos fotovoltaicos o paneles solares, como fuente de energía eléctrica. *Revista Avenir*, 1(1), 20-22. <https://fundacionavenir.net/revista/index.php/avenir/article/view/80/28>
- Criollo, N., Maks-David, M., & Rodríguez, A. (2020). Diseño de participación comunitario para proyectos de energía fotovoltaica. *Esta. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 9(17). doi:<https://doi.org/10.18537/est>
- Delgado, M. (2019). *Energía fotovoltaica para suministrar electricidad a Villa Hermosa, Yambrasbamba, Bongara, Amazonas*. Tesis para optar al título de profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/3846>
- Fajardo, H. (2021). *La energía fotovoltaica en el riego agrícola: Revisión de literatura*. Proyecto especial de graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <http://hdl.handle.net/11036/7061>
- Flechas, M., & Peña, L. (2020). *Energía Fotovoltaica, una solución ecológica con beneficios tributarios para el alto consumo de energía en el sector financiero colombiano a raíz de la digitalización bancaria*. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/3935?locale-attribute=en>
- Galvis, J., & Piamonte, Y. (2021). *Diseño técnico de un sistema de energía solar fotovoltaica y estudio de viabilidad para conectar los servicios de áreas comunes en el centro comercial y empresarial San Silvestre S.A, en la ciudad de Barrancabermeja*. Unidad Tecnológica de Santander, Barrancabermeja. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/7054>
- Gómez-Ramírez, J., Murcia-Murcia, J., & Cabeza-Rojas, I. (2018). La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas. *Craiusta. Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación*. <http://hdl.handle.net/11634/10312>

- Guloso, E., & Sierra, A. (2020). *Diseño de un prototipo a escala de un sistema de generación de energía fotovoltaica mediante paneles solares y estudio de viabilidad para la implementación del sistema en el edificio de los laboratorios de las unidades tecnológicas de Santander regional Bar*. Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Electromecánico, Unidades Tecnológicas de Santander. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/5253>
- Navas, W., Durango, R., & Landivar, E. (2022). El potencial de la energía fotovoltaica como fuente de electricidad de Manabí. *Ciencia Digital*, 6(1), 91-115. doi:<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v6i1.1956>
- Rodríguez-Gámez, M., Vázquez-Pérez, A., Vélez. Quiroz, A., & Saltos-Arauz, W. (2018). Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales. *Revista Científica*, 33, 265-274. <https://doi.org/10.14483/23448350.13104>
- Saguay, C., & Gutiérrez, C. (2021). *Diseño de una propuesta del uso de energía solar como fuente fotovoltaica en instalaciones ecoturísticas ubicada en el complejo "Finca Mama Angelita" del Cantón Naranjal*. Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador. <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/5593>
- Valdés, G., Rodríguez, E., Miranda, C., & Sotomayor, J. (2020). Sistemas Fotovoltaicos: Estudios de viabilidad de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía distribuida en la Ciudad de Arica Chile. *Información tecnológica*, 3(3), 249-256. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000300249>
- Velasco, A., & Salazar, O. (2019). *Evolución de la generación de energía solar fotovoltaica en Colombia*. Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia. <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/2781>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

