



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Identificación de zonas potenciales para el uso de energía fotovoltaica enfocada en la implementación de electrolíneas de acuerdo a la realidad geo-meteorológica del distrito de Chiclayo

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Eche Espinoza Fabian Alonzo (ORCID: 0000-0001-8467-3015)

Espinal Puicón Cesar Alonzo (ORCID: 0000-0001-9522-3909)

**ASESOR:**

Mg. Garzon Flores, Alcides (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad Y Gestión De Recursos Naturales

**CHICLAYO– PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

A Dios, a mis padres por darme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera y a mis compañeros de clase y amigos que hicieron de esta experiencia la mejor de todas.

***Fabian Alonzo***

A Dios y en especial a mis padres, quienes siempre me apoyaron incondicionalmente para llegar a ser un profesional ya que gracias a su esfuerzo estoy cumpliendo una de mis metas.

***Cesar Alonzo***

## **Agradecimiento**

Agradezco a mis padres y maestros por su tiempo, enseñanzas y orientaciones para poder cumplir mis metas en la vida y a mis amigos quienes fueron mis cómplices en esta aventura universitaria.

***Fabian Alonzo***

Gracias a Dios, mis padres y a mi compañero de tesis que juntos pudimos completar esta investigación.

***Cesar Alonzo***

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>11</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5. Procedimientos .....	15
3.6. Método de análisis de datos .....	31
3.7. Aspectos éticos .....	32
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 01:</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	13
<b>Tabla 02:</b> <i>Temperatura mensual del distrito de Chiclayo</i> .....	16
<b>Tabla 03:</b> <i>Precipitación mensual del Distrito de Chiclayo</i> .....	17
<b>Tabla 04:</b> <i>Precipitación mensual del Distrito de Chiclayo</i> .....	18
<b>Tabla 05:</b> <i>Valoración de las unidades de pendiente</i> .....	18
<b>Tabla 06:</b> <i>Coordenadas georreferenciadas de los puntos de muestreo (grifos)</i> ..	20
<b>Tabla 07:</b> <i>Áreas de los puntos de muestreo (grifos)</i> .....	21
<b>Tabla 08:</b> <i>Eficiencia de módulos fotovoltaicos</i> .....	23
<b>Tabla 09:</b> <i>Tipos de recarga de vehículos eléctricos</i> .....	24
<b>Tabla 10:</b> <i>Potencia instalada con módulos fotovoltaicos Monocristalinos</i> .....	24
<b>Tabla 11:</b> <i>Potencia instalada con módulos fotovoltaicos Policristalinos</i> .....	25
<b>Tabla 12:</b> <i>Potencia instalada con módulos fotovoltaicos amorfo</i> .....	26
<b>Tabla 13:</b> <i>Energía anual con módulos fotovoltaicos Monocristalino</i> .....	27
<b>Tabla 14:</b> <i>Energía anual con módulos fotovoltaicos Policristalinos</i> .....	28
<b>Tabla 15:</b> <i>Energía anual con módulos fotovoltaicos Amorfos</i> .....	29
<b>Tabla 16:</b> <i>Condiciones meteorológicas del distrito de Chiclayo</i> .....	33
<b>Tabla 17:</b> <i>Irradiación global de cada uno de los grifos</i> .....	36
<b>Tabla 18:</b> <i>Potencia instalada con todos los módulos</i> .....	37
<b>Tabla 19:</b> <i>Energía Anual con todos los módulos</i> .....	38
<b>Tabla 20:</b> <i>Estimación de la cantidad de vehículos con carga completa</i> .....	39
<b>Tabla 21:</b> <i>Grifos con potencial de carga súper-rápida</i> .....	40

## Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Mapa del distrito de Chiclayo .....	15
<i>Figura 02:</i> Mapa de radiación solar del distrito de Chiclayo-ArcGis .....	19
<i>Figura 03:</i> Grifos georreferenciados del distrito de Chiclayo .....	22
<i>Figura 04:</i> Flujograma .....	30
<i>Figura 05:</i> Mapa de pendientes del distrito de Chiclayo .....	34
<i>Figura 06:</i> Sobre posición del shapefile de Grifos con mapa de radiación solar ..	35
<i>Figura 07:</i> Porcentaje de la radiación solar del distrito de Chiclayo (grifos) .....	36

## Resumen

El problema de la investigación fue que el distrito de Chiclayo no cuenta con zonas identificadas con un alto potencial fotovoltaico para el aprovechamiento de esta energía renovable para electrolineras. El objetivo de esta investigación fue identificar las zonas potenciales para el uso de energía fotovoltaica enfocado en la implementación de electrolineras de acuerdo a la realidad geo-meteorológica del distrito de Chiclayo. Nuestra investigación tiene un diseño no experimental, transversal descriptivo, en donde no se modifica las variables con las que se trabajó y la investigación sirve como base para futuras investigaciones. Las características geometeorológicas identificadas con sus promedios anuales son: temperatura de 21°C, precipitación de 2.33 ML, velocidad del viento de 20.1 Km/h y una pendiente plana a ligeramente inclinada y en la cual haciendo uso del solar analyst se estimó que Chiclayo recibe una radiación entre 4.81kW/h a 4.95 kW/h la cual permitió determinar el potencial fotovoltaico de los grifos ya que estos están ubicados en las zonas de mayor incidencia de radiación y son de fácil acceso para los vehículos.

**Palabras clave:** Electrolineras, radiación, geometeorológicas, paneles, solar analyst.

## **Abstract**

The problem of the investigation was that the Chiclayo district does not have areas identified with a high photovoltaic potential for the use of this renewable energy for electric stations. The objective of this research was to identify the potential areas for the use of photovoltaic energy focused on the implementation of electric stations according to the geo-meteorological reality of the Chiclayo district. Our research has a non-experimental, descriptive cross-sectional design, where the variables with which we worked are not modified and the research serves as a basis for future research. The geometeorological characteristics identified with their annual averages are: temperature of 21 ° C, precipitation of 2.33 ML, wind speed of 20.1 km / h and a flat to slightly inclined slope and in which using the solar analyst it was estimated that Chiclayo receives a radiation between 4.81kW / h at 4.95 kW / h which allowed to determine the photovoltaic potential of the taps since they are located in the areas with the highest incidence of radiation and are easily accessible for vehicles.

**Keywords:** Electrolineras, radiation, geometeorological, panels, solar analyst

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el sector energético va cogiendo relevancia conforme pasan los días es por eso que Roldán (2008) afirmó que sin energía no habría vida, es por ello que la obtención y transformación de ella es vital para el desarrollo de cualquier actividad de carácter antropogénico y natural. La principal fuente de energía es el sol, fuente ilimitada y de alcance masivo que nos brinda calor, luz, entre otras; así como encontramos otras fuentes de energía que se encuentran en la Tierra o en la atmósfera (p.1, 4).

El control de las fuentes de energía ha sido una constante desde siglos atrás y continúa hasta la fecha. En la actualidad el petróleo es la principal fuente de energía para todas las actividades que dirige el hombre como se da en el sector transporte; y los países que tienen el control de este recurso ejercen presión sobre los que no lo tienen logrando así manipular el precio y ejerciendo presión para conseguir sus objetivos (Roldán, 2008, p.4)

Nuestro país presenta una gran problemática en el sector transporte al cual se le debe buscar solución siendo lo principal, la informalidad seguido de la contaminación todo esto es culpa de la mala administración de este sector. Porcentualmente se conoce que en lima y callao el 81% del público se traslada en transporte público, pero sólo el 10% viaja en metro o corredores viales. Con ello se confirma que el resto de gente viaja en otros vehículos, como combis y autos que ya están en desuso y los humos que emiten contaminan totalmente el ambiente afectando las vías respiratorias. (Rodríguez, 2019)

El país dispone de un gran potencial solar el cual puede generar energía eléctrica para abastecer a futuros carros eléctricos, así mismo el reciente descubrimiento del litio en el sur del país ayudaría en la fabricación de baterías de litio que contribuiría a la fabricación y uso de vehículos eléctricos el cual solucionaría en gran parte el problema de la contaminación. (Schmerler, 2019)

Es de suma importancia que paulatinamente vayamos optando por la obtención de energías provenientes de otras fuentes diferentes al petróleo ya que, debido al crecimiento demográfico de la población, ha provocado que se dispare de forma

exponencial la obtención, refinamiento y comercialización del mismo (Mesa et al.,2017). Por lo que trajo consigo un aumento en los accidentes por derrame de hidrocarburos.

Perú no es ajena a esta realidad puesto que también posee yacimientos de petróleo en la costa norte del país y en la selva, siendo este último el poseedor más yacimientos.

Es por ello que aprovechando de forma sostenible los recursos naturales que posee nuestro país y sus cualidades geográficas, tenemos que emplear otras fuentes de energía, más limpia, sostenible y de fácil acceso a todas las personas.

Al hablar de otras fuentes de energía hacemos énfasis en las energías renovables que son una alternativa sostenible a largo plazo puesto que los procesos que implica la obtención de energía proveniente de estas fuentes son limpias, es decir, no causan impactos negativos al ambiente (Canseco, 2010).

Las ER más empleadas son la solar y eólica (Usher, 2019). Además de ellas tenemos la energía hidroeléctrica, biomasa moderna, geotérmica, solar directa y mareomotriz (Owusu y Asumadu, 2016)

Estas energías pueden ser empleadas para la alimentación de vehículos eléctricos con la finalidad de que poco a poco vayamos cumpliendo con los objetivos del desarrollo sostenible. Al desarrollar un mercado óptimo para la circulación de vehículos eléctricos derivará a un menor impacto ambiental, así como la disminución de las emisiones de carbono del sector transporte.

Para favorecer el uso de esta alternativa al transporte convencional (con altas emisiones de carbono) es necesario que las regiones desarrollen estudios geográficos y meteorológicos para aprovechar sus recursos en la obtención de energía de otras fuentes renovables para la implementación de electrolineras, por ejemplo, la energía fotovoltaica. Según lo dicho anteriormente la provincia de Chiclayo no cuenta con electrolineras o zonas identificadas con un alto potencial fotovoltaico para el aprovechamiento de esta energía renovable.

Según WWF, Lambayeque cuenta con territorio en la costa y sierra del Perú por lo que sus características geográficas como la gran capacidad de percepción de energía solar (2015) podrían emplearse para la alimentación de electrolineras proyectándose a un futuro no lejano en donde los vehículos híbridos y eléctricos serán de uso masivo ya que cada año su importación se irá duplicando con respecto al año anterior (AAP, 2019). Basándonos en lo antes mencionado nos formulamos la siguiente pregunta ¿cuál es el espacio disponible para el aprovechamiento de energía fotovoltaica enfocado en la implementación de electrolineras de acuerdo a la realidad geo-meteorológica del distrito de Chiclayo?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cuáles son las áreas disponibles con condiciones geo-meteorológicas favorables para la instalación de energía fotovoltaica en el distrito de Chiclayo?
- ¿Cuál es el potencial fotovoltaico para la implementación de electrolineras?
- ¿Cuánta energía se podrá generar en los paneles solares para implementar electrolineras?

Para poder dar respuesta a nuestra interrogante planteamos como objetivo general Identificar las zonas potenciales para el uso de energía fotovoltaica enfocado en la implementación de electrolineras de acuerdo a la realidad geo-meteorológica del distrito de Chiclayo y como objetivos específicos:

- Identificar áreas con condiciones geo-meteorológicas favorables para la instalación de energía fotovoltaica en el distrito de Chiclayo.
- Determinar el potencial fotovoltaico del área disponible en los grifos de Chiclayo para la implementación de electrolineras.
- Estimar la energía generada por los paneles solares en los grifos eléctricos

## II. MARCO TEÓRICO

Según (GU y ZHOU, 2020) Este trabajo se centró en proyectos de energía y analiza la brecha entre los proyectos de energía renovable que China ha invertido (principalmente eólica y solar) y proyectos de energía convencionales en los países BRI (Belt and Road Initiative). La razón de este método es similar a la Principio de comparación de adicionalidad de proyectos MDL en el Protocolo de Kioto, el cual obtienen como resultados que China tiene alrededor de 36 proyectos de inversión en energía renovable, y alcanza al menos 48,69 millones de toneladas de simplificación de emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto muestra que la inversión efectiva de China y la implementación de los proyectos verdes proporcionan un fuerte impulso para la transformación energética.

(GHIASI et.al., 2020) Debido al uso creciente de fuentes de energía renovable en muchos países, la necesidad de un análisis claro y detallado desde el punto de vista técnico y económico parece ser necesario. La calidad de energía (PQ) también puede ser otro asunto considerable. Es por ello que, en este artículo, se presenta un enfoque analítico y detallado para evaluar el desempeño técnico y económico de la estrategia para cambios de PQ. Además, una estrategia de cambio de PQ basada en la optimización es presentada para proporcionar un PQ distinto en redes integradas con generaciones renovables. Los resultados de la simulación proporcionan tanto técnicas como financieras ventajas para obtener una estrategia de cambio óptima.

(CORREA et. Al., 2016) La industria en el siglo xx ha incrementado enormemente la explotación de los combustibles fósiles. Es por ello que se ha desarrollado la contaminación ambiental. Por tal motivo esta investigación tuvo como propósito valorar la dimensión jurídica de las energías renovables en el Ecuador y su adecuado uso. Para darle legalidad se tomó en cuenta la carta magna del ecuador y todos sus artículos en los que hace mención al uso de las energías renovables. El país ecuatoriano incentiva a los sectores públicos y privados al uso de tecnologías adecuadas y eficientes en todo nivel basándose en las normas jurídicas.

(ANTONIOLLI et.al, 2018) Este artículo analizó los servicios de economía compartida aplicados al sector energético, en el área de la energía solar fotovoltaica. Se analizó una empresa que se adhiere a un modelo de negocio de economía compartida al atraer inversores a condominios solares. Tiene como objetivo evaluar el producto y servicio ofrecido por la plataforma virtual de la compañía, que busca un modelo innovador para el sector de la energía solar. Los datos para la evaluación se obtuvieron de la información disponible en el sitio web de la compañía, además del contacto directo con los representantes de la compañía, como resultado la compañía cumple con todas las condiciones para brindar este servicio el cual tiene un fin sostenible ya que ayuda a la calidad de vida.

Según (CORTEZ y ARANGO, 2017) El incremento demográfico y a su vez del sector industria ha desarrollado la demanda de energía y por tal motivo el uso de energía a partir de fuentes no renovables como combustibles fósiles. Por tal motivo este artículo analizó el impacto de la energía sobre la economía analizando los aportes económicos para países de América Latina, y teniendo en cuenta la economía de Colombia.

Para Cabrera et. al (2018), La energía solar se presentó como una alternativa de solución para generar energía para consumo doméstico en reemplazo del uso de combustibles fósiles. Las imágenes satelitales brindaron la información adecuada para analizar el aprovechamiento de la energía renovable en la parte sur del Ecuador, así como también para buscar las diversas zonas de abastecimiento, teniendo como resultado que la energía solar es viable en los valles interandinos y las regiones del sur- occidental donde la radiación solar es fuerte durante todo el año.

MUÑOS et. al (2016) Este proyecto se estudió lugares propicios para establecer instalaciones de energía solar y eólica en el cantón Quevedo teniendo en cuenta los sistemas de información geográfica y el uso del suelo.

Se realizó el diagnóstico ambiental sobre la generación de energías y a su vez también la identificación de zonas con potencial eólico y determinación de los costos de instalación.

(OSPINO, 2010) esta investigación determinó que tanta potencialidad de energía fotovoltaica tiene la región del caribe- Colombia, se tomó como muestra mapas de radiación solar de Colombia haciendo uso de IDEAM, con el cual se obtuvieron parámetros a tener en cuenta para la implementación de energías renovables fotovoltaicos y así se realice a futuro otras investigaciones.

(MARTÍN et. al, 2016) En esta investigación se realizó un modelo geográfico en el cual se evalúa una posibilidad de generar energía eléctrica fotovoltaica a través del aprovechamiento de la radiación solar en los tejados que cumplen las condiciones necesarias para instalación de paneles solares; este estudio se realizó en Miraflores de la sierra -Madrid; haciendo uso de del sistema LIDAR y de SIG obteniendo como resultado un visor geográfico.

(SALMERÓN, 2012) Este proyecto elaboró un diseño de instalación de grifos eléctricos, haciendo referencia de instrucciones necesarias para el adecuado desarrollo de la implementación de las electrolineras con una carga rápida como lo hace la gasolinera.

(AQUINO et. al., 2014) esta investigación se demostró cómo se pueden aprovechar los recursos naturales como el viento y la radiación solar, dando cabida a la implementación de electrolineras, obteniendo así una relación eficiente entre energías renovables y electrolineras.

La energía se entiende como la medida de capacidad de un sistema para así proporcionar trabajos por medios de movimientos, luz, calor es por ello que se establece que la energía ni se crea, ni se destruye, solo se transforma. El sector energético cumple un rol significativo en el funcionamiento de todo un país permitiendo así la producción de bienes y servicios. Es por ello que la economía del país se sujeta a una abundante y asequible disponibilidad de energía eléctrica es por ello que se ha convertido en un bien de consumo esencial por la sociedad, si bien en un inicio se consideraba un bien de consumo más que solo se produce, comercializa y se consume esta tiene particularidades características como los es que la energía eléctrica no se almacena y esta tiene que producirse y transportarse en el mismo momento en el que se consume (Abur et al. ,2002)

La energía eléctrica si bien tiene un lado positivo también tiene un lado negativo ya que es el mayor contribuyente al calentamiento global esto a través de su producción por quema de combustibles fósiles. Para (Casola y Freier, 2018) Afirma que los cambios climáticos son consecuencia del calentamiento de la tierra el cual provoca diversos aspectos negativos como aumento del nivel del nivel del mar, sequías, extinción de flora y fauna y otros, (p.155).

Según (ANEPE, 2017) Afirmó que la temperatura aumenta por causa de los gases invernaderos en la atmósfera los cuales actúan como una capa de protección que protege la radiación solar que llega a la tierra. En reunión de científicos llegaron a la conclusión que el incremento de la temperatura es causa humana por la producción de carbono en la quema de energías fósiles. Por tal motivo se ha podido determinar que el calentamiento global es producto de la emisión de dióxido de carbono el cual es el principal causante del efecto invernadero.

Perú no es ajeno a este problema puesto que también posee yacimientos de petróleo, (OSINERGMIN, 2018). Para hacer frente a este problema, gracias a los recursos que nos brinda la naturaleza y a la tecnología que día a día científicos ponen todo su empeño en brindar soluciones para nuestra sociedad se encontró no solo una sino varias energía renovables o también conocidas como energía limpias las cuales hacen uso de recursos inagotables que nos brinda la naturaleza como los son el agua tanto de río como de océanos, el sol , el viento y hasta los mismos residuos sólidos producidos por el ser humano.

En la Agenda 21 emitida por la ONU se establece la definición de tecnologías verdes como los procesos y productos que protegen el ambiente, que son menos contaminantes, usan los recursos de forma sostenible, reciclan sus residuos y productos y manejan los desechos residuales de una manera aceptable. Las tecnologías verdes minimizan los contaminantes, la cantidad de energía y de recursos naturales necesarios para producir, comercializar y usar sus excedentes a través de la introducción de cambios a la tecnología del núcleo de operación de la organización (Arroyave y Garcés, 2007).

En Perú ya existen proyectos relacionado a energías renovables puesto que nuestro país cuenta con geografía que ayudan a que las energías renovables se puedan implementar (Enel Green Power Perú)

En lo que se refiere a energía fotovoltaica veremos algunos conceptos básicos:

Energía renovable son procesos que implican la obtención de energía proveniente de fuentes limpias e inagotables, es decir, no causan impactos negativos al ambiente y se encuentran en gran abundancia como lo son el agua el sol (Canseco, 2010).

Algunos tipos de energía renovable aceptan suministrar electricidad, energía térmica y mecánica, y producen combustibles los cuales cubren las grandes necesidades de los servicios energéticos. Algunas tecnologías de la energía renovable pueden ser utilizadas en el lugar de consumo en medios rurales y urbanos, mientras que otras son implantadas principalmente en redes de suministro de gran tamaño (Edenhofer et. al, 2011)

La energía del sol es la radiación térmica que produce la capa externa del Sol. En la vecindad inmediata de la atmósfera de la Tierra, esa radiación, denominada irradiación solar, tiene una magnitud de  $1.367 \text{ W/m}^2$ , en promedio, respecto de una superficie perpendicular a los rayos solares. (Edenhofer et. al, 2011)

Energía solar fotovoltaica, su sistema tiene un conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que crean energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, el cual está formado por células capaces de modificar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua (Perpiñán, 2013)

Paneles fotovoltaicos son dispositivos mediante el cual convierten la radiación solar en energía eléctrica de forma directa; haciendo uso de materiales conocidos como semiconductores hechos de silicio y germanio los cuales se encargan de cambiar su conductividad en función de distintos factores para así poder generar electricidad (Beltran, 2014); las celdas fotovoltaicas se clasifican en 3 tipos:

Celdas monocristalinas: son obtenidas mediante barras largas y cilíndricas las cuales se producen a partir de procesos complejos y muy costosos; este tipo de celda producen entre 0.5 y 0.6 w cada una, por lo tanto 36 celdas fotovoltaicas es suficiente para cargar una batería de 12 V.

Celdas poli cristalina: son obtenidas a través de la fundición del material semiconductor, los cuales son vertidos en moldes rectangulares; estas celdas están conformadas por cristales de una gran pureza, este tipo de celda fotovoltaica es el más utilizado en paneles solares

Celdas amorfas: estas son utilizadas en pequeños paneles solares, funcionan con luz difusa muy baja

Electrolineras: proviene de las palabras electricidad y gasolineras, se define como estaciones que brindan el servicio de dispensar energía para recargar las baterías de los vehículos eléctricos (Aquino et. al, 2016)

Las características Geo-meteorológicas se basan en características geográficas y características meteorológicas. Geografía ciencia que analiza la descripción de la tierra, incorporando territorio paisajes, relieves y la Meteorología analiza los fenómenos atmosféricos (RAE) entonces la geografía se basa en la distribución y la geo-meteorología se basa en las condiciones presentes en la atmósfera en diferentes lugares de la superficie terrestre.

La radiación del sol se mide con distintos objetivos, uno de ellos es importante para una correcta planificación, diseño e implementación de un proyecto de aplicación solar (fotovoltaico, solar térmico). Para medir la radiación del sol hay diferentes instrumentos, siendo los más utilizables las celdas fotovoltaicas y los pirómetros (Martínez ,2016)

Existe una estrecha relación entre la efectividad de los paneles solares frente a las precipitaciones puesto que esta última afecta el rendimiento ya que las precipitaciones relacionadas con la presencia de nubes lo que impide el paso de los rayos solares de forma potente.

Para CEPEDA Y SIERRA, existe una dependencia lineal entre la temperatura del panel solar con el proceso de conversión de energía lo que también influye en el rendimiento del mismo, 2017.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación:**

Aplicada

Según (Concytec) la investigación aplicada está dirigida a determinar a través del conocimiento científico, los medios por los cuales se puede cubrir una necesidad reconocida y específica. (2018). Esta investigación es de tipo aplicada ya que se interesa en la aplicación de los conocimientos teóricos, haciendo uso de datos como las características geo-meteorológicas del distrito de Chiclayo y datos de la funcionalidad de la energía fotovoltaica, para así identificar las zonas con potencial fotovoltaico para la implementación de electrolineras en el distrito de Chiclayo.

##### **Diseño de investigación:**

No Experimental – Transversal descriptivo

La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

Por lo tanto, esta investigación tiene un diseño no experimental por lo que no realizamos cambios en las variables y sólo obtendremos datos en su contexto natural.

##### **Diseño transversal descriptivo**

La investigación descriptiva hace referencia al diseño de la investigación en la cual el análisis de datos y la formulación de preguntas son parte de este diseño. Se le conoce como una investigación en la que la observación es el

eje de la materia a investigar y los resultados obtenidos darán pie a futuras investigaciones siguiendo los métodos adecuados.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable X1: Zonas potenciales para el uso de energía fotovoltaica

Variable X2: Electrolineras de acuerdo a la realidad geo-meteorológica de Chiclayo.

**Tabla 01: Operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
X1:  Zonas potenciales para el uso de energía fotovoltaica	La energía fotovoltaica es una energía renovable la cual aprovecha las radiaciones del Sol que pasan a través de la atmósfera y están son captadas por las celdas fotovoltaicas para después transformarlas en energía eléctrica (Perpiñán, 2013).	Para corroborar que zonas son óptimas para la implementación de paneles fotovoltaicos se procederá a descargar shapefiles, hacer uso de la herramienta solar analys e interpretar los datos en ArcGIS. Y para estimar la energía fotovoltaica se procederá hacer uso de cálculos con las fórmulas que brinda (Wigiton, 2010).	Zonas Potenciales	Mapas	Coordenadas UTM
			Obtención de la energía	Generación de energía eléctrica	Kilovatio-hora kWh
X2:  Electrolineras de acuerdo a la realidad geo-meteorológica	Electrolineras: se define como estaciones que brindan el servicio de dispensar energía para recargar las baterías de los vehículos eléctricos (Aquino et. al, 2016) Según la RAE la geografía se basa en las características del espacio y la geo-meteorología se basa en las condiciones presentes en la atmósfera en distintos lugares de la superficie terrestre.	Para corroborar las diversas características geo-meteorológicas que existen en Chiclayo se procederá a la obtención de datos mediante fuentes como el SENAMHI, MINAM, MTC y haciendo uso del Arcgis. Para proceder a identificar los espacios disponibles para la implementación de electrolineras.	Paneles solares en las electrolineras	Radiación solar	Vatios por metro cuadrado (W/m <sup>2</sup> ).
			Espacio geográfico	Áreas disponibles	Metros cuadrados (m <sup>2</sup> )
			Elementos meteorológicos	Velocidad del viento	Metros por segundo(m/s)
				Precipitación	Litros por metro cuadrado (ML)
	Temperatura	Grados centígrados (C°)			

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Para Hernández (2010), población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con características específicas.

La población estudiada es el área total de la superficie del distrito de Chiclayo 50.35 km<sup>2</sup>

#### **Muestra**

La muestra con la que se trabajará será toda el área del distrito de Chiclayo esta es una muestra censal que según Ramírez (1997) la muestra censal es todas las unidades presentes en la población es por ello que la muestra es la misma que la población.

La técnica de muestreo a utilizar será el muestreo por conveniencia el cual permite seleccionar casos accesibles que acepten ser incluidos, en donde sus características sean similares a las características de la población a estudiar (Otzen y Manterola, 2017).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Arias (2006) citado por Loggiodyce (2010) menciona que las técnicas de recolección de datos son las diferentes formas de obtener la información y los instrumentos son medios materiales que se utilizan para recoger y almacenar datos

Las técnicas a emplear en esta investigación serán la observación indirecta ya que nos valdremos de trabajos como informes previos relacionados al tema de investigación.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

En cuanto a los instrumentos, Arias (2006) afirma que: son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información.

Los instrumentos que se utilizarán en el presente trabajo de investigación, son los siguientes; ficha técnica de mapas y ficha de observación (ver anexo 4).

Los instrumentos serán validados por expertos en el tema de investigación.

### 3.5. Procedimientos

#### Área a estudiar:

Como primer paso se identificó el área a estudiar el cual es el distrito de Chiclayo con una superficie total de 50.35 km<sup>2</sup>. y presenta una población con 552,508 habitantes (INEI-2017).

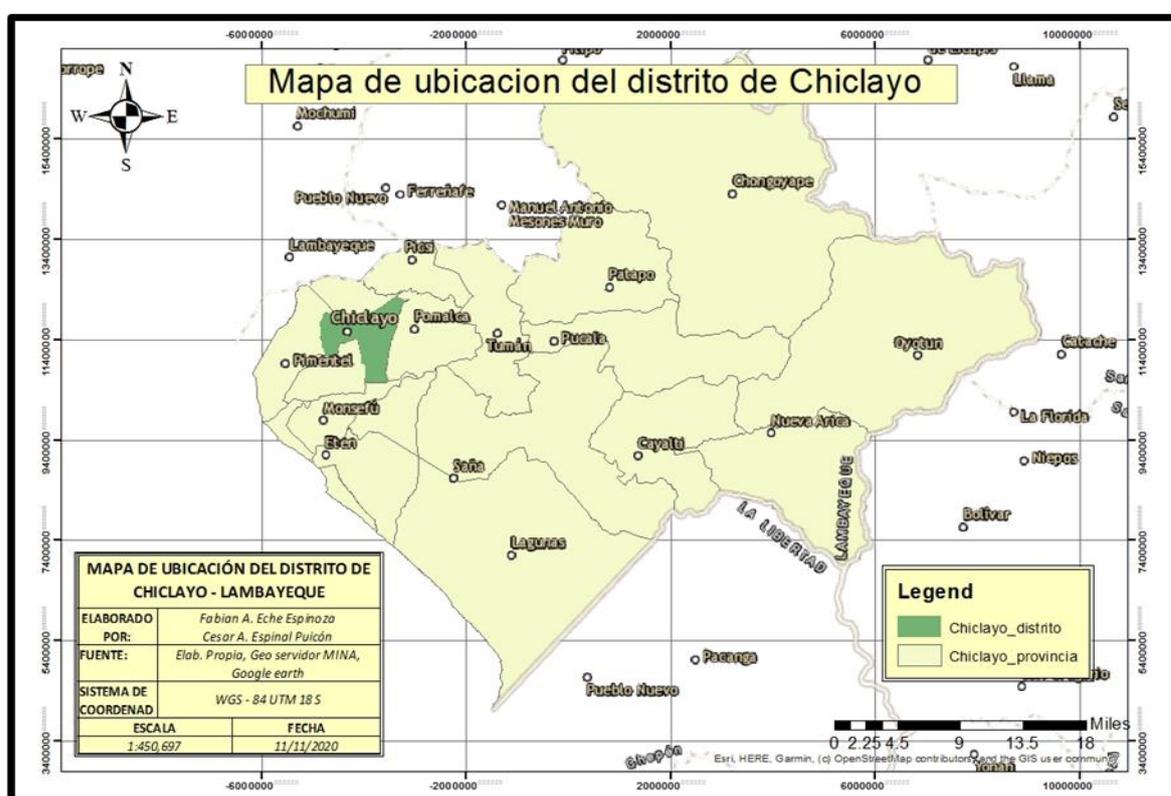


Figura 01: Mapa del distrito de Chiclayo

Interpretación: El lugar seleccionado para el desarrollo de esta investigación es el área del distrito de Chiclayo perteneciente al departamento de Lambayeque, localizado a longitud 6°45'47"S y latitud 79°50'12"O. El área está situada a 27 msnm, se identificó con la herramienta SIG-ArcGis descargando los shapefiles del MINAM el cual nos brindó el mapa del Perú.

### 3.5.1. Primera etapa

Se descargaron los shapefiles de la región Lambayeque, provincias y distritos. Estos shapefiles fueron obtenidos de los portales del SENAMHI, MINAM y MTC; cuya información tuvo datos geográficos y meteorológicos. Después se realizó la interpretación de datos logrando reconocer las condiciones geo-meteorológicas en el distrito de Chiclayo.

#### Temperatura.

La temperatura es un factor importante que se tienen que tener en cuenta para una instalación de paneles solares ya que de la temperatura ambiente depende la temperatura de las celdas fotovoltaicas por lo que según (Flores y Domínguez, 2010), la temperatura de las celdas fotovoltaicas es 25°C más que la temperatura ambiente y la temperatura favorable de las celdas fotovoltaicas es de 43°C a 48°C; si ocurriera un aumento en la temperatura de las celdas fotovoltaicas estas se calentarían ocasionando accidentes como el incendio de las celdas fotovoltaicas. Por lo que se tiene que tener en cuenta el tipo de paneles fotovoltaicos.

- Temperatura ambiente + 25°C = temperatura de la celda fotovoltaica

**Tabla 02:** *Temperatura mensual del distrito de Chiclayo*

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C
Enero	27.2	18.9
Febrero	28.8	20.4
Marzo	28.6	20.2
Abril	26.7	18.7
Mayo	25	17.3
Junio	23.6	16.6
Julio	22.8	15.8
Agosto	22.5	15.5
Setiembre	22.5	15.4
Octubre	22.9	15.7
Noviembre	23.9	16.3
Diciembre	25.4	17.6

Fuente: Geo portal SENAMHI (2019)

## **Precipitación.**

Si bien la precipitación no influye en la funcionalidad de los paneles solares se tiene que tener en cuenta. Según (García,2018); las precipitaciones se relacionan directamente con el ensuciamiento de estos paneles solares. dado que en Chiclayo hay una gran cantidad de material particulado que puede mezclarse con las lluvias y así obstruir la captura de la luz solar.

**Tabla 03:** *Precipitación mensual del Distrito de Chiclayo*

<b>Mes</b>	<b>Precipitación (Lluvia) MI.</b>
Enero	4
Febrero	7
Marzo	9
Abril	3
Mayo	1
Junio	0
Julio	0
Agosto	0
Setiembre	0
Octubre	1
Noviembre	1
Diciembre	2

Fuente: Geo portal SENAMHI (2019)

## **Velocidad de viento**

La velocidad del viento es otra característica meteorológica que se tiene que tener en cuenta antes de implementar la energía fotovoltaica, puesto que el material particulado es transportado por la fuerza del viento. Según la escala de Beaufort (anexo 6) se interpretó realizando una comparación de la velocidad del viento promedio anual del distrito de Chiclayo con la escala mencionada.

**Tabla 04:** *Precipitación mensual del Distrito de Chiclayo*

<b>Mes</b>	<b>Velocidad del viento km/h</b>
Enero	19.3
Febrero	15.3
Marzo	18.2
Abril	21.0
Mayo	21.1
Junio	21.6
Julio	20.5
Agosto	17.9
Setiembre	21.4
Octubre	22.9
Noviembre	19.7
Diciembre	21.8

Fuente: Geo portal SENAMHI (2019)

### **Pendiente.**

La pendiente del distrito de Chiclayo se procesó a través del geo procesador ArcGis obteniendo un mapa el cual los datos obtenidos se relacionaron con el cuadro de pendientes elaborado por la Dirección general de ordenamiento territorial –MINAM.

**Tabla 05:** *Valoración de las unidades de pendiente*

<b>Ponderación pendiente</b>	<b>Nivel</b>	<b>Descripción</b>	<b>Grado de inclinación</b>
<b>1</b>	A	Plano a ligeramente inclinado	0-4
<b>2</b>	B	Moderadamente inclinado	4-8
<b>4</b>	C	Fuertemente inclinado	8-15
<b>6</b>	D	Moderadamente empinado	15-25
<b>8</b>	E	Empinado	25-50
<b>9</b>	F	Muy empinado	50-75
<b>10</b>	G	Extremadamente empinado	Mayor de 75

Fuente: DGOT-MINAM (2014)

### 3.5.2 Segunda etapa

Una vez obtenido las características geo-meteorológico, en Arcgis empleamos la herramienta solar analyst para zonificar las áreas que reciben mayor radiación solar.

A la capa obtenida con la herramienta de geo procesamiento solar analyst se interpola con el shapefile de las estaciones dispensadoras de GLP, Diésel y Gasohol obtenido de Google Earth, para identificar las áreas con potencial fotovoltaico para la implementación de electrolineras.

#### Potencial fotovoltaico del Distrito de Chiclayo (ArcGis)

Para determinar el potencial fotovoltaico se procedió a identificar a través del geo procesador ArcGis, la radiación solar que recibe el distrito de Chiclayo.

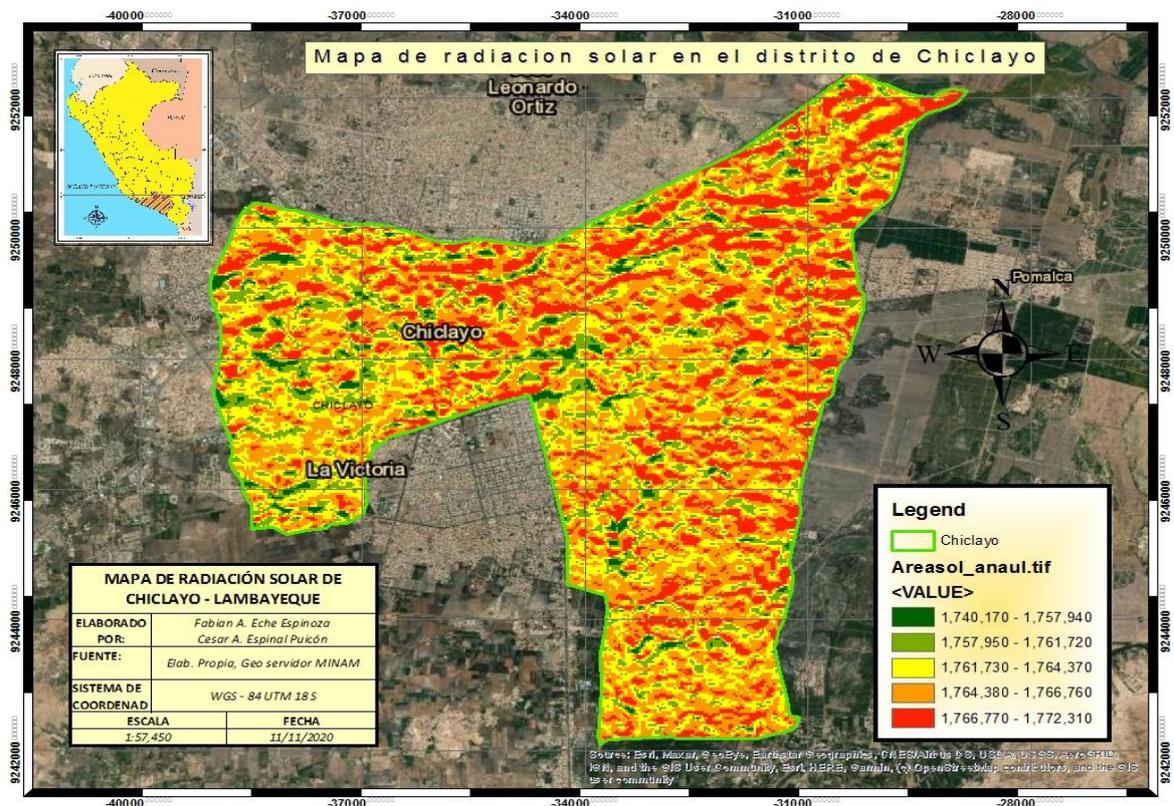


Figura 02: Mapa de radiación solar del distrito de Chiclayo-ArcGis

El distrito de Chiclayo recibe un rango de 4.81 kW/h a 4.95kW/h el cual se puede aprovechar favorablemente para implementar energía fotovoltaica,

Paso seguido se procedió a identificar los puntos en el que se pueden implementar los paneles solares, como los son las estaciones dispensadoras de Diésel, Gasohol y GLP ya que estas infraestructuras cuentan con tejados disponibles y favorables para la implementación de electrolineras.

Se escogieron estos lugares (grifos) ya que es un rubro que se dedica al abastecimiento de combustible a los vehículos; y al ser las electrolineras un proyecto innovador es necesario que en un principio estén enlazadas a otro negocio del mismo rubro para que pueda ser viable.

**Tabla 06:** *Coordenadas georreferenciadas de los puntos de muestreo (grifos)*

	<b>GRIFO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
<b>1</b>	Grifo Petroperú	626538.00	9251133.00
<b>2</b>	Grifo Repsol	626783.50	9252002.91
<b>3</b>	Grifo GNV_Chiclayo	626572.54	9251540.74
<b>4</b>	Grifo Pecsca	627556.95	9251546.51
<b>5</b>	Grifo Petroperú	629206.63	9252249.76
<b>6</b>	Grifo Repsol	628012.83	9251792.92
<b>7</b>	Grifo	628475.22	9252196.47
<b>8</b>	Grifo San Antonio-Repsol	627507.00	9251468.00
<b>9</b>	Grifos El Carmen	629341.11	9251151.26
<b>10</b>	Grifo Primax	628109.81	9250898.78
<b>11</b>	Estación de servicio Repsol	628855.75	9250234.68
<b>12</b>	Grifo Petroperú	626379.76	9250326.38
<b>13</b>	Grifo Primax	625133.87	9249715.29
<b>14</b>	Grifo Petrocaña	631222.68	9251178.57
<b>15</b>	Primax Santa Elena	625615.48	9251276.33
<b>16</b>	Grifo Señor de Sipan	632076.04	9251242.30
<b>17</b>	Grifo Pecsca-San Juan	633293.63	9251332.18
<b>18</b>	Grifo Repsol	624892.93	9249568.80
<b>19</b>	Grifo Primax-Gascop	625052.97	9249607.85
<b>20</b>	Grifo El Carmen	631740.72	9251200.61

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 06 se evidencian cuáles son las coordenadas tomadas con Google Earth de cada uno de los grifos en el distrito de Chiclayo, en total fueron 20 las cuales fueron registrados con su razón social.

Una vez obtenido los puntos georreferenciados, se procedió a determinar el área de cada uno de los grifos del distrito de Chiclayo para así poder estimar la energía fotovoltaica. Las áreas se determinaron in situ por los autores.

**Tabla 07: Áreas de los puntos de muestreo (grifos)**

	<b>GRIFO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>Área</b>
1	Grifo Petroperú	626538.00	9251133.00	219.71m <sup>2</sup>
2	Grifo Repsol	626783.50	9252002.91	297.32m <sup>2</sup>
3	Grifo GNV_Chiclayo	626572.54	9251540.74	297.65 m <sup>2</sup>
4	Grifo Pecsá	627556.95	9251546.51	150.32 m <sup>2</sup>
5	Grifo Petroperú	629206.63	9252249.76	80,9 m <sup>2</sup>
6	Grifo Repsol	628012.83	9251792.92	235,04 m <sup>2</sup>
7	Grifo	628475.22	9252196.47	158.72 m <sup>2</sup>
8	Grifo San Antonio-Repsol	627507.00	9251468.00	320.50 m <sup>2</sup>
9	Grifos El Carmen	629341.11	9251151.26	54,5 m <sup>2</sup>
10	Grifo Primax	628109.81	9250898.78	251,44 m <sup>2</sup>
11	Estación de servicio Repsol	628855.75	9250234.68	228.63m <sup>2</sup>
12	Grifo Petroperú	626379.76	9250326.38	273,3 m <sup>2</sup>
13	Grifo Primax	625133.87	9249715.29	221,01 m <sup>2</sup>
14	Grifo Petrocaña	631222.68	9251178.57	334,67 m <sup>2</sup>
15	Primax Santa Elena	625615.48	9251276.33	345,78 m <sup>2</sup>
16	Grifo Señor de Sipán	632076.04	9251242.30	140,85 m <sup>2</sup>
17	Grifo Pecsá-San Juan	633293.63	9251332.18	119,89 m <sup>2</sup>
18	Grifo Repsol	624892.93	9249568.80	359.33 m <sup>2</sup>
19	Grifo Primax-Gascop	625052.97	9249607.85	289.35 m <sup>2</sup>
20	Grifo El Carmen	631740.72	9251200.61	173.28 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se evidencian cuáles son las áreas de cada uno de los grifos en el distrito de Chiclayo, los cuales fueron obtenidos in situ con ayuda de GPS y cinta métrica. Las áreas que se identificaron fueron de los tejados de los grifos.

Una vez georreferenciados los grifos en la plataforma google earth, se descargó y transformo a shapefile para poder sobreponer con el shapefile de radiación solar ya obtenido.

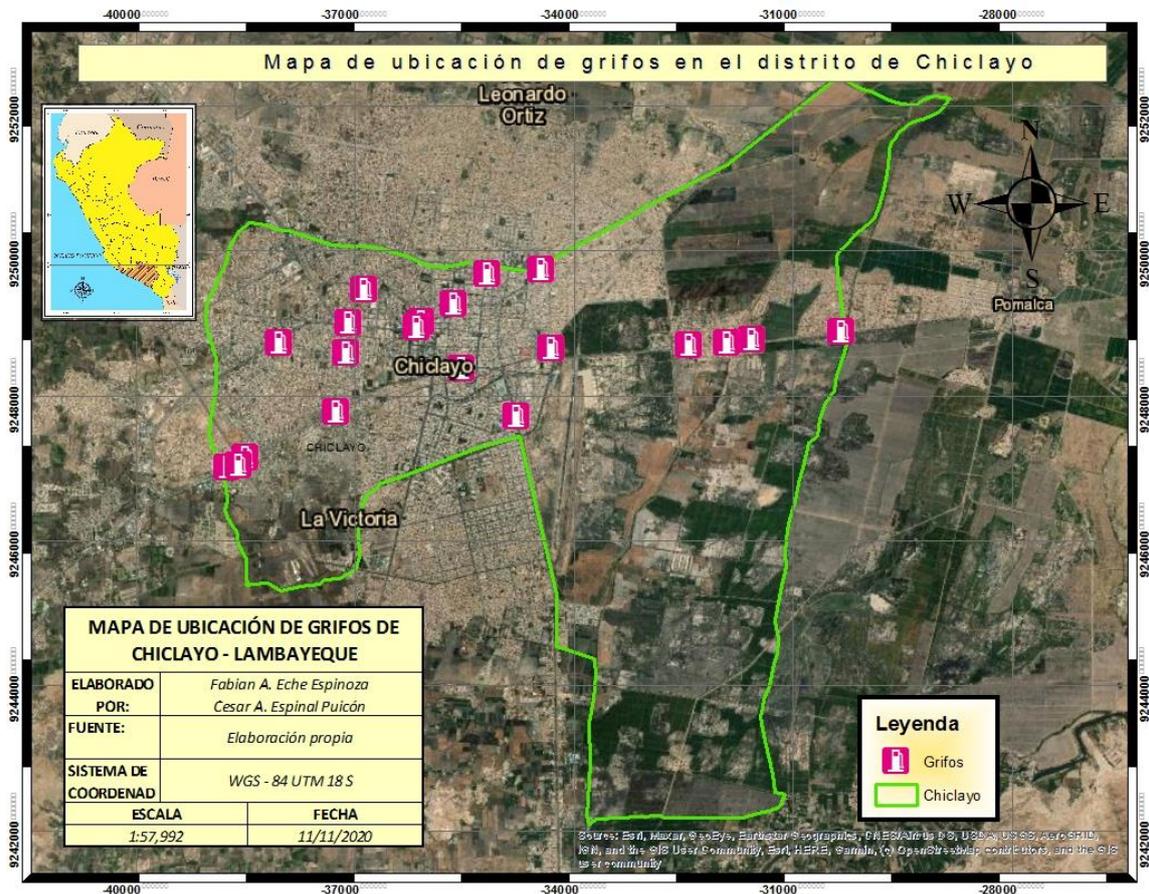


Figura 03: Grifos georreferenciados del distrito de Chiclayo

En la figura se muestra la ubicación de los grifos totales dentro del distrito de Chiclayo los cuales ya fueron convertidos a shapefile.

### 3.5.3 Tercera etapa

En esta última etapa se estimó la energía que podría producirse en las electrolineras alimentada por paneles solares. Se hará uso de las fórmulas de Wiginton et al 2010 para calcular la potencia instalada y la energía anual producida.

Del total de la radiación que recibe la tierra, solo una pequeña parte es aprovechada por los paneles solares en un día promedio; y la generación de

energía dependen de la eficiencia de los diversos tipos de módulos fotovoltaicos.

**Tabla 08:** *Eficiencia de módulos fotovoltaicos*

Tipos de módulos fotovoltaicos		eficiencia
Cristal de Silicio	Si-monocristalinos	16%
	Si-policristalino	15%
Láminas delgadas	CIS(Cobre/indio/Seleniuro)	11%
	Cd Te(Teluro/Cadmio)	10.5%
	Silicio amorfo	6%

Fuente: Wiginton et al 2010

Cada módulo fotovoltaico representa valores de eficiencia propios los cuales dependen de sus componentes con los que han sido elaborados. Los más eficientes son las celdas de Silicio (monocristalino y policristalino), sin embargo, su costo es más elevado que los de láminas delgadas.

Se procedió a usar las fórmulas de Wiginton et al 2010 para determinar la potencia instalada.

**Formula1:**

$$P = I_g * e * A_{pv}$$

Donde P=potencia instalada (kwp);  $I_g$ =Irradiación global= 1 kw/m<sup>2</sup>; e= eficiencia de los módulos fotovoltaicos;  $A_{pv}$ = área disponible

A fin de identificar los grifos que cumplen con los requisitos favorables para la instalación de carga rápida y súper rápida se realizó una comparación de la potencia instalada de cada grifo y la tabla 6

**Tabla 09: Tipos de recarga de vehículos eléctricos**

Recarga	Lugar	Potencia	Tiempo de carga
<b>Estándar</b>	Casa	3.7 kw	6 – 8 horas
<b>Estándar rápida</b>	Parking u oficina	7.4 kw	5 horas
<b>Rápida y semi rápida</b>	Electrolineras	22-50 kw	Más de 1 hora
<b>Super rápida</b>	Electrolineras	220 kw	10 min

Fuente: Tesla (2020)

**Tabla 10: Potencia instalada con módulos fotovoltaicos Monocristalinos**

	GRIFO	Área (A pv)	Irradiación Global (I <sub>g</sub> )	eficiencia de los módulos fotovoltaicos (e)- Monocristalino	Potencia Instalada (P)
1	Grifo Petroperú	219.71m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	16%	173.65 kw
2	Grifo Repsol	297.32m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	16%	230.24 kw
3	Grifo GNV - Chiclayo	297.65 m <sup>2</sup>	4.81kw/m <sup>2</sup>	16%	229.07 kw
4	Grifo Pecsca	150.32 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	16%	116.16 kw
5	Grifo Petroperú	80,9 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	16%	62.64 kw
6	Grifo Repsol	235,04 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	16%	182.01 kw
7	Grifo	158.72 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	16%	125.45 kw
8	Grifo San Antonio-Repsol	320.50 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	16%	253.32 kw
9	Grifos El Carmen	54,5 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	16%	42.11 kw
10	Grifo Primax	251,44 m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	16%	193.91 kw
11	Estación de servicio Repsol	228.63m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	16%	176.31 kw
12	Grifo Petroperú	273,3 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	16%	211.64 kw
13	Grifo Primax	221,01 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	16%	170.79 kw
14	Grifo Petrocaña	334,67 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	16%	258.63 kw
15	Primax Santa Elena	345,78 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	16%	267.77 kw
16	Grifo Señor de Sipán	140,85 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	16%	111.32 kw
17	Grifo Pecsca-San Juan	119,89 m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	16%	92.45 kw
18	Grifo Repsol	359.33 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	16%	277.69 kw
19	Grifo Primax-Gascop	289.35 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	16%	224.07 kw
20	Grifo El Carmen	173.28 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	16%	133.91 kw

Fuente: Elaboración propia

En la tabla elaborada en Excel se identificó a través de las fórmulas la potencia instalada de cada uno de los grifos utilizando como módulos fotovoltaicos los monocristalinos que tienen una eficiencia de 16%, la irradiación varía de acuerdo a la ubicación del grifo.

**Tabla 11:** *Potencia instalada con módulos fotovoltaicos Policristalinos*

	<b>Grifo</b>	<b>Área (A pv)</b>	<b>Irradiación Global (I<sub>g</sub>)</b>	<b>eficiencia de los módulos fotovoltaicos (e)- Policristalinos</b>	<b>Potencia Instalada (P)</b>
<b>1</b>	Grifo Petroperú	219.71m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	15%	162.80 kw
<b>2</b>	Grifo Repsol	297.32m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	15%	215.85 kw
<b>3</b>	Grifo GNV - Chiclayo	297.65 m <sup>2</sup>	4.81kw/m <sup>2</sup>	15%	214.75 kw
<b>4</b>	Grifo Pecsca	150.32 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	15%	108.90 kw
<b>5</b>	Grifo Petroperú	80,9 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	15%	58.73 kw
<b>6</b>	Grifo Repsol	235,04 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	15%	170.63 kw
<b>7</b>	Grifo	158.72 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	15%	117.61 kw
<b>8</b>	Grifo San Antonio- Repsol	320.50 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	15%	237.49 kw
<b>9</b>	Grifos El Carmen	54,5 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	15%	39.48 kw
<b>10</b>	Grifo Primax	251,44 m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	15%	181.79 kw
<b>11</b>	Estación de servicio Repsol	228.63m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	15%	165.29 kw
<b>12</b>	Grifo Petroperú	273,3 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	15%	198.41 kw
<b>13</b>	Grifo Primax	221,01 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	15%	160.12 kw
<b>14</b>	Grifo Petrocaña	334,67 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	15%	242.46 kw
<b>15</b>	Primax Santa Elena	345,78 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	15%	251.03 kw
<b>16</b>	Grifo Señor de sepan	140,85 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	15%	104.36 kw
<b>17</b>	Grifo Pecsca-San Juan	119,89 m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	15%	86.68 kw
<b>18</b>	Grifo Repsol	359.33 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	15%	260.33 kw
<b>19</b>	Grifo Primax- Gascop	289.35 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	15%	210.06 kw
<b>20</b>	Grifo El Carmen	173.28 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	15%	125.54 kw

Fuente: Elaboración propia

En la tabla elaborada en Excel se identificó a través de las fórmulas la potencia instalada de cada uno de los grifos utilizando como módulos fotovoltaicos los Policristalinos que tienen una eficiencia de 15%, la irradiación varía de acuerdo a la ubicación del grifo

**Tabla 12: Potencia instalada con módulos fotovoltaicos amorfo**

	<b>GRIFO</b>	<b>Área (A pv)</b>	<b>Irradiación Global (I<sub>g</sub>)</b>	<b>eficiencia de los módulos fotovoltaicos (e) - amorfo</b>	<b>Potencia Instalada (P)</b>
1	Grifo Petroperú	219.71m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	6%	65.12 kw
2	Grifo Repsol	297.32m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	6%	86.34 kw
3	Grifo GNV - Chiclayo	297.65 m <sup>2</sup>	4.81kw/m <sup>2</sup>	6%	85.90 kw
4	Grifo Pecsca	150.32 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	6%	43.56 kw
5	Grifo Petroperú	80,9 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	6%	23.49 kw
6	Grifo Repsol	235,04 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	6%	68.25 kw
7	Grifo	158.72 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	6%	47.04 kw
8	Grifo San Antonio- Repsol	320.50 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	6%	94.99 kw
9	Grifos El Carmen	54,5 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	6%	15.79 kw
10	Grifo Primax	251,44 m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	6%	72.71 kw
11	Estación de servicio Repsol	228.63m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	6%	66.11 kw
12	Grifo Petroperú	273,3 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	6%	79.36 kw
13	Grifo Primax	221,01 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	6%	64.04 kw
14	Grifo Petrocaña	334,67 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	6%	96.98 kw
15	Primax Santa Elena	345,78 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	6%	100.41 kw
16	Grifo Señor de Sipán	140,85 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>	6%	41.74 kw
17	Grifo Pecsca-San Juan	119,89 m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>	6%	35.53 kw
18	Grifo Repsol	359.33 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	6%	104.13 kw
19	Grifo Primax- Gascop	289.35 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>	6%	84.02 kw
20	Grifo El Carmen	173.28 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>	6%	50.21 kw

Fuente: Elaboración propia

En la tabla elaborada en Excel se identificó a través de las fórmulas la potencia instalada de cada uno de los grifos utilizando como módulos fotovoltaicos los Policristalinos que tienen una eficiencia de 6%

**Fórmula 2** :  $E=IA * e * A_{pv} * PR$

Donde E=Energía anual(kw); IA= Irradiación global anual(kwh/m2); e= eficiencia de los módulos fotovoltaicos; A pv= área disponible; PR = Performance Ratio = 0,8

**Tabla 13:** *Energía anual con módulos fotovoltaicos Monocristalino*

	<b>GRIFO</b>	<b>Área (A pv)</b>	<b>Irradiación Global (I<sub>g</sub>)(año)</b>	<b>Eficiencia de los módulos fotovoltaicos (e) - Monocristalino</b>	<b>Performance Ratio (PR)</b>	<b>Energía anual(E)</b>
<b>1</b>	Grifo Petroperú	219.71m <sup>2</sup>	1,774.54 kw/m2	16%	0,8	49.905,175kw
<b>2</b>	Grifo Repsol	297.32m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m2	16%	0,8	67.192,226kw
<b>3</b>	Grifo GNV - Chiclayo	297.65 m <sup>2</sup>	1,749.05kw/m2	16%	0,8	66.637,405kw
<b>4</b>	Grifo Pecsca	150.32 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m2	16%	0,8	33.922,774kw
<b>5</b>	Grifo Petroperú	80,9 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m2	16%	0,8	18.282,830kw
<b>6</b>	Grifo Repsol	235,04 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m2	16%	0,8	53.117,385kw
<b>7</b>	Grifo	158.72 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m2	16%	0,8	36.051,838kw
<b>8</b>	Grifo San Antonio-Repsol	320.50 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m2	16%	0,8	72.798,728kw
<b>9</b>	Grifos El Carmen	54,5 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m2	16%	0,8	12.299,036kw
<b>10</b>	Grifo Primax	251,44 m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m2	16%	0,8	56.639,092kw
<b>11</b>	Estación de servicio Repsol	228.63m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m2	16%	0,8	51.500,937kw
<b>12</b>	Grifo Petroperú	273,3 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m2	16%	0,8	61.763,875kw
<b>13</b>	Grifo Primax	221,01 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m2	16%	0,8	49.857,41kw
<b>14</b>	Grifo Petrocaña	334,67 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m2	16%	0,8	75.525,112kw
<b>15</b>	Primax Santa Elena	345,78 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m2	16%	0,8	78.143,845kw

16	Grifo Señor de Sipán	140,85 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m <sup>2</sup>	16%	0,8	31.992,826kw
17	Grifo Pecsá-San Juan	119,89 m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m <sup>2</sup>	16%	0,8	27.006,28kw
18	Grifo Repsol	359.33 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	16%	0,8	81.090,144kw
19	Grifo Primax-Gascop	289.35 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	16%	0,8	65.391,062kw
20	Grifo El Carmen	173.28 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	16%	0,8	39.104,166kw

Fuente: Elaboración propia

En la tabla elaborada en Excel se identificó a través de las fórmulas la energía anual de cada uno de los grifos utilizando como módulos fotovoltaicos los Monocristalinos que tienen una eficiencia de 16%.

**Tabla 14:** *Energía anual con módulos fotovoltaicos Policristalinos*

	GRIFO	Área (A pv)	Irradiación Global (I <sub>g</sub> )	eficiencia de los módulos fotovoltaicos (e) - Policristalinos	Performance Ratio (PR)	Energía anual(E)
1	Grifo Petroperú	219.71m <sup>2</sup>	1,774.54 kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	46.786,102kw
2	Grifo Repsol	297.32m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	62.991,892kw
3	Grifo GNV - Chiclayo	297.65 m <sup>2</sup>	1,749.05kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	62.472,567kw
4	Grifo Pecsá	150.32 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	31.802,601kw
5	Grifo Petroperú	80,9 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	17.140,153kw
6	Grifo Repsol	235,04 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	49.797,548kw
7	Grifo	158.72 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	33.798,598kw
8	Grifo San Antonio-Repsol	320.50 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	68.248,804kw
9	Grifos El Carmen	54,5 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	11.530,347kw
10	Grifo Primax	251,44 m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	53.099,149kw
11	Estación de servicio Repsol	228.63m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	48.282,129kw

12	Grifo Petroperú	273,3 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	57.903,633kw
13	Grifo Primax	221,01 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	46.758,201kw
14	Grifo Petrocaña	334,67 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	70.804,793kw
15	Primax Santa Elena	345,78 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	73.259,855kw
16	Grifo Señor de Sipán	140,85 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	29.993,275kw
17	Grifo Pecsá-San Juan	119,89 m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	25.318,394kw
18	Grifo Repsol	359.33 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	76.022,010kw
19	Grifo Primax-Gascop	289.35 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	61.304,121kw
20	Grifo El Carmen	173.28 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	15%	0,8	36.660,156kw

Fuente: Elaboración propia

En la tabla elaborada en Excel se identificó a través de las fórmulas la energía anual de cada uno de los grifos utilizando como módulos fotovoltaicos los Policristalinos que tienen una eficiencia de 15%.

**Tabla 15: Energía anual con módulos fotovoltaicos Amorfos**

	GRIFO	Área (A pv)	Irradiación Global (I <sub>g</sub> )	eficiencia de los módulos fotovoltaicos (e)- Amorfos	Performance Ratio (PR)	Energía anual(E)
1	Grifo Petroperú	219.71m <sup>2</sup>	1,774.54 kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	18.714,440kw
2	Grifo Repsol	297.32m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	25.197,085kw
3	Grifo GNV - Chiclayo	297.65 m <sup>2</sup>	1,749.05kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	24.989,027kw
4	Grifo Pecsá	150.32 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	12.721,040kw
5	Grifo Petroperú	80,9 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	6.856,061kw
6	Grifo Repsol	235,04 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	19.919,019kw
7	Grifo	158.72 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	13.519,439kw
8	Grifo San Antonio-Repsol	320.50 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	27.299,523kw
9	Grifos El Carmen	54,5 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	4.612,138kw
10	Grifo Primax	251,44 m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	21.239,659kw

11	Estación de servicio Repsol	228.63m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	19.312,851kw
12	Grifo Petroperú	273,3 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	23.161,453kw
13	Grifo Primax	221,01 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	18.703,280kw
14	Grifo Petrocaña	334,67 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	28.321,917kw
15	Primax Santa Elena	345,78 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	29.303,942kw
16	Grifo Señor de Sipán	140,85 m <sup>2</sup>	1,774.54kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	11.997,310kw
17	Grifo Pecsá-San Juan	119,89 m <sup>2</sup>	1,759.835kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	10.127,357kw
18	Grifo Repsol	359.33 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	30.408,804kw
19	Grifo Primax-Gascop	289.35 m <sup>2</sup>	1,765.57 kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	24.521,648kw
20	Grifo El Carmen	173.28 m <sup>2</sup>	1.763.05kw/m <sup>2</sup>	6%	0,8	14.664,062kw

Fuente: Elaboración propia

En la tabla elaborada en Excel se identificó a través de las fórmulas la energía anual de cada uno de los grifos utilizando como módulos fotovoltaicos los Amorfos que tienen una eficiencia de 6%.

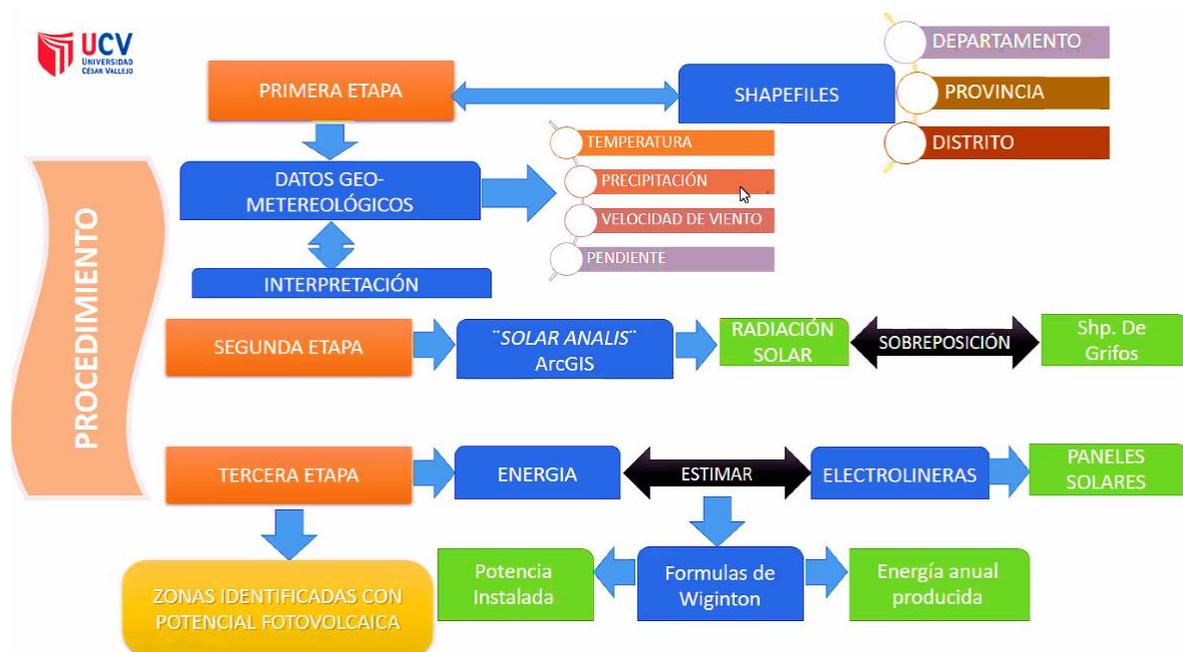


Figura 04: Flujograma

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Método de análisis de datos

Según Silao (2010, p. 193) El análisis de datos viene a ser la forma en que organizaremos la información, ya sea por tema, por tipo, o por alguna otra relación que será establecida por los autores, la cual busca interpretar la información, dándole un sentido y significado de análisis

En el presente proyecto de investigación se utilizarán imágenes satelitales (landsat 8), lo cual nos proporcionará información geo-meteorológica; se descargarán los shapefiles correspondientes a los datos geo-metrológicos del distrito de Chiclayo y haciendo uso de herramientas como el “solar analyst” se calculará la radiación global solar. Empleando el programa ArcGIS

Se utilizará métodos de cálculo para determinar la potencia instalada y la energía total anual, haciendo uso de fórmulas establecidas por (Wigiton, 2010) donde establece que la potencia instalada se determina mediante la irradiación global que equivale a  $\text{kw/m}^2$  por la eficiencia de los módulos fotovoltaicos y por el área de las electrolíneas.

#### Fórmula 1:

$$P = I_g * e * A_{pv}$$

Donde P=potencia instalada (kwp);  $I_g$ =Irradiación global=  $1 \text{ kw/m}^2$ ; e= eficiencia de los módulos fotovoltaicos;  $A_{pv}$ = área disponible

#### Fórmula 2:

$$E = I_A * e * A_{pv} * PR$$

Donde E=Energía anual(kwh);  $I_A$ = Irradiación global anual(kwh/m<sup>2</sup>); e= eficiencia de los módulos fotovoltaicos;  $A_{pv}$ = área disponible; PR = Performance Ratio = 0,8

### **3.7. Aspectos éticos**

Según Maraví (2007) hablar de ética no solo se refiere al aspecto profesional, sino también a la investigación ya que esta tendrá una repercusión directa o indirecta sobre la vida, los derechos, bienestar hasta la vida privada; es por eso que la honradez y honestidad son vitales al momento de citar a los autores de trabajos que se tomaron como referencias.

Estos aspectos éticos dan cabida a los estilos de citados como APA, ISO, entre otros para hacer mención a los autores que contribuyeron con su investigación a que la nuestra se apoye y desarrolle siguiendo un camino claro.

#### IV. RESULTADOS

Se identificó áreas disponibles con condiciones geo-meteorológicas favorables para la instalación de energía fotovoltaica en el distrito de Chiclayo.

Los resultados que se obtuvieron para dar respuesta al primer objetivo son los siguientes:

**Tabla 16:** *Condiciones meteorológicas del distrito de Chiclayo*

Mes	T Max °C	T Mín °C	Precipitación (MI)	Velocidad del viento km/h
Enero	27.2	18.9	4	19.3
Febrero	28.8	20.4	7	15.3
Marzo	28.6	20.2	9	18.2
Abril	26.7	18.7	3	21.0
Mayo	25	17.3	1	21.1
Junio	23.6	16.6	0	21.6
Julio	22.8	15.8	0	20.5
Agosto	22.5	15.5	0	17.9
Setiembre	22.5	15.4	0	21.4
Octubre	22.9	15.7	1	22.9
Noviembre	23.9	16.3	1	19.7
Diciembre	25.4	17.6	2	21.8
Promedio	21 °C		2.33 ML	20.1 km/h
Estado	Favorable		Favorable	Poco favorable

Fuente: geo portal SENAMHI

#### Temperatura

El distrito de Chiclayo cuenta con una temperatura promedio anual (21°C), el mes con temperatura más alta es febrero (28.8°C); la temperatura más baja se da en el mes de setiembre (15.4°C), por lo tanto la temperatura en el distrito de Chiclayo es favorable para la funcionalidad de los paneles solares dado que el resultado del cálculo de la temperatura promedio anual más la temperatura de las celdas fotovoltaicas nos arroja un resultado de 46°C, esta temperatura está dentro del rango óptimo para el funcionamiento de paneles solares.

## Precipitación

El distrito de Chiclayo presenta una precipitación promedio anual (2.33 ML) y el mes con mayor precipitación es marzo (9 ML); por lo tanto, la precipitación promedio no representa una amenaza en el funcionamiento de los paneles solares sin embargo en el mes de marzo te tiene que tener en cuenta y realizar un mantenimiento más minucioso a los paneles fotovoltaicos y que exista un drenaje en el área en el que estén situados los paneles para evitar corrosiones y deterioros de las celdas.

La temperatura más alta que es febrero y marzo estos aumentan la temperatura de las celdas sin embargo en el mes de febrero y marzo existe una mayor precipitación; por lo tanto, la precipitación ayudaría a minorar la temperatura ambiente y así no tener efectos negativos en la funcionalidad de los paneles

## Velocidad de viento

El distrito de Chiclayo cuenta una velocidad del viento promedio de 20.1 km/h, por lo tanto, según la escala de Beaufort (Anexo 4) el promedio de la velocidad del viento se encuentra dentro del rango de una brisa moderada en el cual si es capaz de levantar polvo (material particulado).

## Pendiente

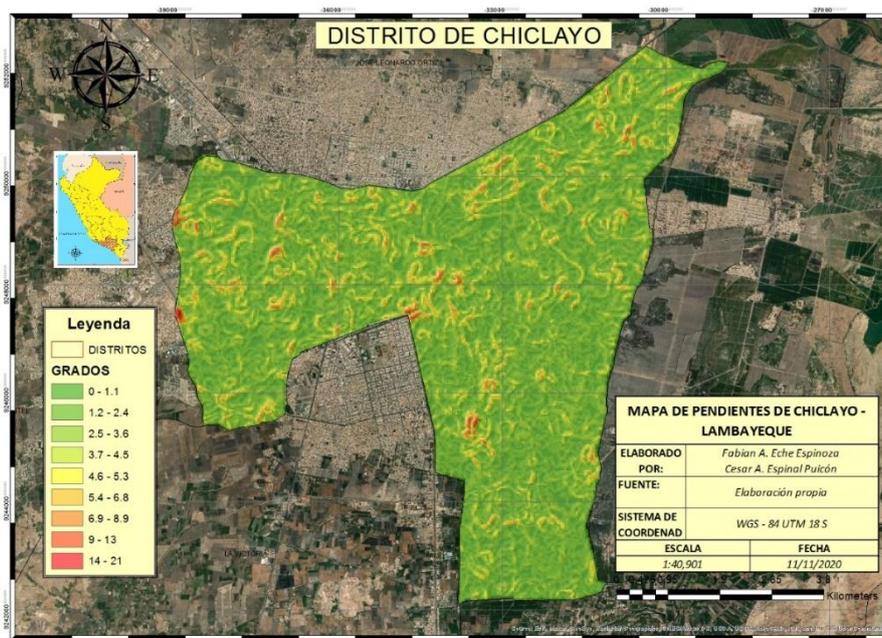


Figura 05: Mapa de pendientes del distrito de Chiclayo

Según los datos obtenidos en el mapa de pendientes del distrito de Chiclayo y apoyados en la tabla de valoración de las unidades de pendiente (tabla 5) se afirma que el terreno del distrito de Chiclayo es plano a ligeramente inclinado. Por lo tanto, la inclinación que deben tener los paneles solares será compensados por su estructura.

Se Determinó el potencial fotovoltaico para la implementación de electrolineras.

Para determinar el potencial fotovoltaico se identificó a través del geo procesador ArcGis, la radiación solar que recibe el distrito de Chiclayo, el cual como resultado de este proceso el distrito de Chiclayo recibe una radiación solar que oscila entre 4.81 kW/h a 4.95kW/h.

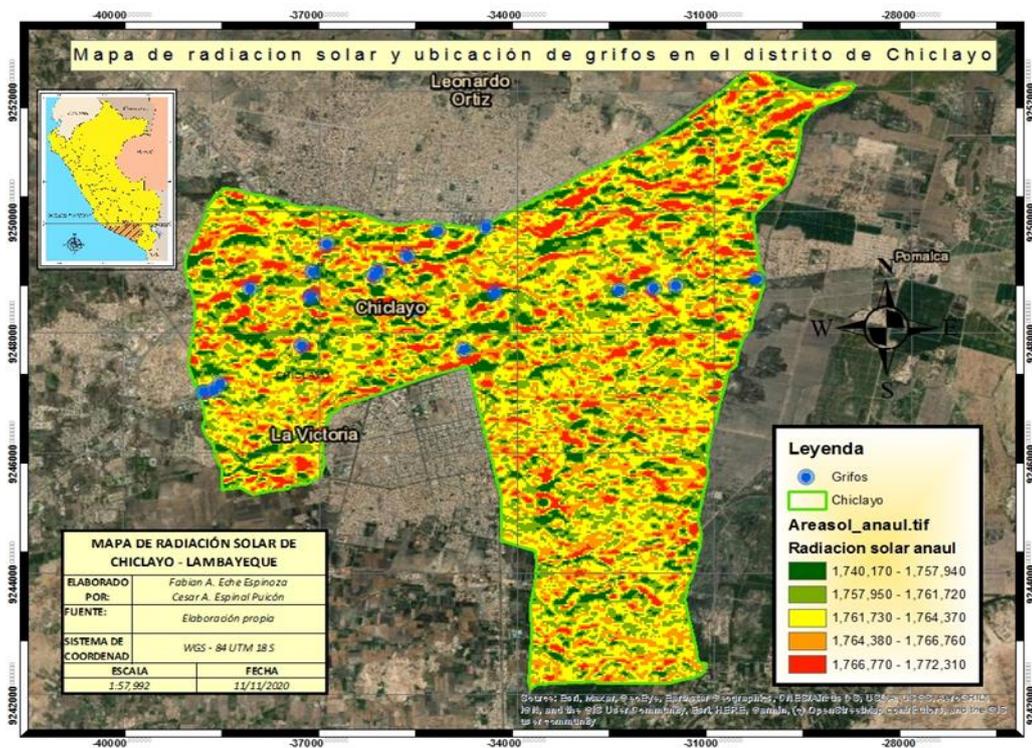


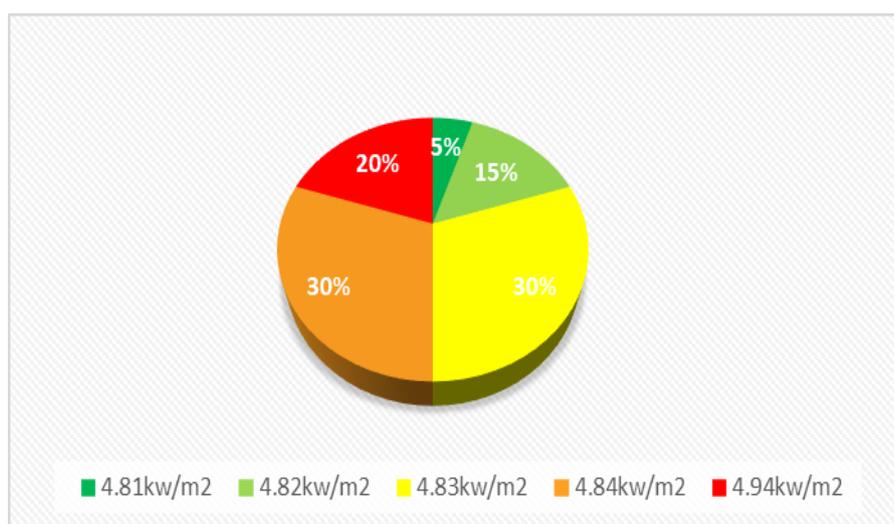
Figura 06: Sobre posición del shapefile de Grifos con mapa de radiación solar

El mapa muestra la ubicación de los grifos sobre el distrito de Chiclayo y la radiación recibida. El color verde oscuro indica las zonas que reciben menor radiación y oscila entre 1740.170 a 1747.940 kW/h de radiación anual, el verde limón 1747.940 a 1761.720 kW/h, el amarillo una radiación entre 1761.720 a 1764.370 kW/h, anaranjado entre 1764.380 a 1766.760 kW/h y las zonas de color rojo que son las que reciben la mayor radiación solar esta entre 1766.770 a 1772.310 kW/h de radiación solar anual.

**Tabla 17: Irradiación global de cada uno de los grifos**

	<b>Grifo</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Área</b>	<b>Irradiación Global (lg)</b>
1	Grifo Petroperú	626538.00	9251133.00	219.71m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>
2	Grifo Repsol	626783.50	9252002.91	297.32m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>
3	Grifo GNV_Chiclayo	626572.54	9251540.74	297.65 m <sup>2</sup>	4.81kw/m <sup>2</sup>
4	Grifo Pecsá	627556.95	9251546.51	150.32 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>
5	Grifo Petroperú	629206.63	9252249.76	80,9 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>
6	Grifo Repsol	628012.83	9251792.92	235,04 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>
7	Grifo	628475.22	9252196.47	158.72 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>
8	Grifo San Antonio-Repsol	627507.00	9251468.00	320.50 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>
9	Grifos El Carmen	629341.11	9251151.26	54,5 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>
10	Grifo Primax	628109.81	9250898.78	251,44 m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>
11	Estación de servicio Repsol	628855.75	9250234.68	228.63m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>
12	Grifo Petroperú	626379.76	9250326.38	273,3 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>
13	Grifo Primax	625133.87	9249715.29	221,01 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>
14	Grifo Petrocaña	631222.68	9251178.57	334,67 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>
15	Primax Santa Elena	625615.48	9251276.33	345,78 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>
16	Grifo Señor de Sipán	632076.04	9251242.30	140,85 m <sup>2</sup>	4.94kw/m <sup>2</sup>
17	Grifo Pecsá-San Juan	633293.63	9251332.18	119,89 m <sup>2</sup>	4.82kw/m <sup>2</sup>
18	Grifo Repsol	624892.93	9249568.80	359.33 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>
19	Grifo Primax-Gascop	625052.97	9249607.85	289.35 m <sup>2</sup>	4.84kw/m <sup>2</sup>
20	Grifo El Carmen	631740.72	9251200.61	173.28 m <sup>2</sup>	4.83kw/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 07: Porcentaje de la radiación solar del distrito de Chiclayo (grifos)**

El 20% de los grifos reciben la mayor radiación con más intensidad y solo el 5 % recibe la mínima

Se estimó la energía generada por los paneles solares en los grifos eléctricos

Para estimar la energía se utilizó las fórmulas de wigiton los cuales nos arrojan como resultados los siguientes.

**Tabla 18:** *Potencia instalada con todos los módulos*

	<b>GRIFO</b>	<b>Área</b>	<b>Monocrystalino</b>	<b>Policristalino</b>	<b>Amorfo</b>
<b>1</b>	Grifo Petroperú	219.71m <sup>2</sup>	173.65 kw	162.80 kw	65.12 kw
<b>2</b>	Grifo Repsol	297.32m <sup>2</sup>	230.24 kw	215.85 kw	86.34 kw
<b>3</b>	Grifo GNV - Chiclayo	297.65 m <sup>2</sup>	229.07 kw	214.75 kw	85.90 kw
<b>4</b>	Grifo Pecsca	150.32 m <sup>2</sup>	116.16 kw	108.90 kw	43.56 kw
<b>5</b>	Grifo Petroperú	80,9 m <sup>2</sup>	62.64 kw	58.73 kw	23.49 kw
<b>6</b>	Grifo Repsol	235,04 m <sup>2</sup>	182.01 kw	170.63 kw	68.25 kw
<b>7</b>	Grifo	158.72 m <sup>2</sup>	125.45 kw	117.61 kw	47.04 kw
<b>8</b>	Grifo San Antonio-Repsol	320.50 m <sup>2</sup>	253.32 kw	237.49 kw	94.99 kw
<b>9</b>	Grifos El Carmen	54,5 m <sup>2</sup>	42.11 kw	39.48 kw	15.79 kw
<b>10</b>	Grifo Primax	251,44 m <sup>2</sup>	193.91 kw	181.79 kw	72.71 kw
<b>11</b>	Estación de servicio Repsol	228.63m <sup>2</sup>	176.31 kw	165.29 kw	66.11 kw
<b>12</b>	Grifo Petroperú	273,3 m <sup>2</sup>	211.64 kw	198.41 kw	79.36 kw
<b>13</b>	Grifo Primax	221,01 m <sup>2</sup>	170.79 kw	160.12 kw	64.04 kw
<b>14</b>	Grifo Petrocaña	334,67 m <sup>2</sup>	258.63 kw	242.46 kw	96.98 kw
<b>15</b>	Primax Santa Elena	345,78 m <sup>2</sup>	267.77 kw	251.03 kw	100.41 kw
<b>16</b>	Grifo Señor de Sipán	140,85 m <sup>2</sup>	111.32 kw	104.36 kw	41.74 kw
<b>17</b>	Grifo Pecsca-San Juan	119,89 m <sup>2</sup>	92.45 kw	86.68 kw	35.53 kw
<b>18</b>	Grifo Repsol	359.33 m <sup>2</sup>	277.69 kw	260.33 kw	104.13 kw
<b>19</b>	Grifo Primax-Gascop	289.35 m <sup>2</sup>	224.07 kw	210.06 kw	84.02 kw
<b>20</b>	Grifo El Carmen	173.28 m <sup>2</sup>	133.91 kw	125.54 kw	50.21 kw

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se evidencia la potencia instalada de los diferentes tipos de módulos en cada grifo, de acuerdo a la tabla 6 los grifos del distrito de Chiclayo son aptos para la implementación de electrolineras con carga semi-rápida.

**Tabla 19: Energía Anual con todos los módulos**

	<b>GRIFO</b>	<b>Monocristalino</b>	<b>Policristalino</b>	<b>Amorfo</b>
1	Grifo Petroperú	49.905,175kw	46.786,102kw	18.714,440kw
2	Grifo Repsol	67.192,226kw	62.991,892kw	25.197,085kw
3	Grifo GNV - Chiclayo	66.637,405kw	62.472,567kw	24.989,027kw
4	Grifo Pecsca	33.922,774kw	31.802,601kw	12.721,040kw
5	Grifo Petroperú	18.282,830kw	17.140,153kw	6.856,061kw
6	Grifo Repsol	53.117,385kw	49.797,548kw	19.919,019kw
7	Grifo	36.051,838kw	33.798,598kw	13.519,439kw
8	Grifo San Antonio-Repsol	72.798,728kw	68.248,804kw	27.299,523kw
9	Grifos El Carmen	12.299,036kw	11.530,347kw	4.612,138kw
10	Grifo Primax	56.639,092kw	53.099,149kw	21.239,659kw
11	Estación de servicio Repsol	51.500,937kw	48.282,129kw	19.312,851kw
12	Grifo Petroperú	61.763,875kw	57.903,633kw	23.161,453kw
13	Grifo Primax	49.857,41kw	46.758,201kw	18.703,280kw
14	Grifo Petrocaña	75.525,112kw	70.804,793kw	28.321,917kw
15	Primax Santa Elena	78.143,845kw	73.259,855kw	29.303,942kw
16	Grifo Señor de Sipán	31.992,826kw	29.993,275kw	11.997,310kw
17	Grifo Pecsca-San Juan	27.006,28 kw	25.318,394kw	10.127,357kw
18	Grifo Repsol	81.090,144kw	76.022,010kw	30.408,804kw
19	Grifo Primax-Gascop	65.391,062kw	61.304,121kw	24.521,648kw
20	Grifo El Carmen	39.104,166kw	36.660,156kw	14.664,062kw

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se evidencia la Energía Anual de los diferentes tipos de módulos en cada grifo

Una vez obtenida la energía anual de cada grifo se estimó cuantas cargas completas de vehículos eléctricos se pueden realizar al día tomando como referencia una batería de 40 kwh aplicando la siguiente ecuación.

$$\left[ \frac{\text{Energía anual}}{365} \right] \div 40kwh$$

**Tabla 20:** *Estimación de la cantidad de vehículos con carga completa*

	<b>GRIFO</b>	<b>Capacidad de batería</b>	<b>Monocristalino vehículos</b>	<b>Policristalino vehículos</b>	<b>Amorfo vehículos</b>
1	Grifo Petroperú	40kwh	3 - 4	3	1
2	Grifo Repsol	40kwh	5-6	4	1-2
3	Grifo GNV - Chiclayo	40kwh	4-5	4	1-2
4	Grifo Pecsca	40kwh	2-3	2	1
5	Grifo Petroperú	40kwh	1- 2	1	1
6	Grifo Repsol	40kwh	3-4	3	1-2
7	Grifo	40kwh	2-3	2	1
8	Grifo San Antonio-Repsol	40kwh	4-5	4	1-2
9	Grifos El Carmen	40kwh	1-2	1	-
10	Grifo Primax	40kwh	3-4	3	1
11	Estación de servicio Repsol	40kwh	3-4	3	1-2
12	Grifo Petroperú	40kwh	4-5	4	1-2
13	Grifo Primax	40kwh	3-4	3	1
14	Grifo Petrocaña	40kwh	5-6	5	1-2
15	Primax Santa Elena	40kwh	5-6	5	2
16	Grifo Señor de Sipán	40kwh	2-3	2	1
17	Grifo Pecsca-San Juan	40kwh	1-2	1	-
18	Grifo Repsol	40kwh	5-6	5	2
19	Grifo Primax-Gascop	40kwh	4-5	4	1-2
20	Grifo El Carmen	40kwh	2-3	2	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se hace referencia a la cantidad de vehículos que pueden ser cargados completamente en cada grifo.

Adicional a ello se seleccionó los grifos con la capacidad de implementar electrolinerías con carga súper-rápida y cuantos vehículos con carga llena pueden alimentar las electrolinerías.

**Tabla 21: Grifos con potencial de carga súper-rápida**

Grifo	Ubicación		Monocristalino		Policristalino	
	Este	Norte	Potencia	Can. Vehículos	Potencia	Can. Vehículos
Grifo Repsol	626783.50	9252002.91	230.24 kw	5-6	-	
Grifo GNV_Chiclayo	626572.54	9251540.74	229.07 kw	4-5	-	
Grifo San Antonio-Repsol	627507.00	9251468.00	253.32 kw	4-5	237.49 kw	4
Grifo Petrocaña	631222.68	9251178.57	258.63 kw	5-6	242.46 kw	5
Primax Santa Elena	625615.48	9251276.33	267.77 kw	5-6	251.03 kw	5
Grifo Repsol	624892.93	9249568.80	277.69 kw	5-6	260.33 kw	5
Grifo Primax-Gascop	625052.97	9249607.85	224.07 kw	4-5	-	4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se seleccionaron los grifos que son aptos para el uso de estaciones de carga súper rápida y a la vez la cantidad de vehículos pueden abastecerse de forma completa.

## V. DISCUSIÓN

En los resultados de nuestra investigación, las características geometeorológicas que hemos considerado son la temperatura teniendo un promedio de 21°, la velocidad del viento, precipitación y pendiente los cuales son favorable para la instalación de paneles fotovoltaicos, semejante a ello en la investigación de (Martín et. al, 2016), las características que consideraron fueron la temperatura, exposición al sol directo, inclinación y orientación los cuales de acuerdo a sus resultados influyen también en la funcionalidad de los paneles fotovoltaicos, a diferencia de la investigación de (Ospino,2010) no considero ninguna característica geometeorológicas, y solo se basó en la radiación solar, obteniendo así resultados muy complejos

En nuestra investigación se utilizó fórmulas matemáticas para obtener resultados las cuales nos brindó (Wigton,2010) semejante a esta metodología lo utilizó (Dominguez,2010),el cual para obtener sus resultados utilizó las mismas formulas, con respecto a sus resultados estos están enfocados para la implementación de paneles fotovoltaicos para la utilización de electricidad para la ciudad de Miraflores – España , en cambio en nuestra investigación se basa en la implementación de paneles fotovoltaicos para hacer funcionar electrolineras.

Los resultados de nuestra investigación fueron semejantes a los resultados de los estudios de Calle y Sarango (2018) los cuales también identificaron zonas con alto índice de radiación solar sin embargo los autores mencionados anteriormente consideraron viable la instalación de las electrolineras en lugares concurridos por el turismo no obstante nosotros consideramos y proponemos que los lugares donde deberían implementarse las electrolineras sean grifos o estaciones de servicio dado que son más viables tanto económica, geográfica y sectorialmente.

Los resultados de nuestra investigación con respecto a los módulos fotovoltaicos son semejantes a los resultados de Ávila et.al. (2016) puesto que compartimos la misma opinión con respecto a la eficiencia superior de los módulos mono y poli cristalinos ya que estas aprovechan más la radiación solar a diferencia de los amorfos. Sin embargo, en Chiclayo se puede aprovechar los módulos amorfos para

carga semirápida lo cual Ávila et.al (2016) en su investigación descartan la utilización de estos módulos.

En la metodología empleada por Ospino (2010), usó un atlas de radiación solar para interpretar sus resultados sin embargo nosotros empleamos el programa ArcGIS a fin de tener resultados más actualizados.

Hemos podido encontrar mucha similitud en cuanto al potencial fotovoltaico de Colombia hablándose de tu promedio anual de radiación y el de Chiclayo. Ospino (2010) identifica una radiación promedio anual de 4.5KWh/m<sup>2</sup> que es similar a la de Chiclayo determinada en el año 2020.

A diferencia de Ospino (2010) nosotros determinamos la radiación haciendo uso del programa Arcgis, específicamente la herramienta Solar analyst mientras que dicho autor recopiló información de las estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

## **VI. CONCLUSIONES**

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

- 1) Se logró identificar las áreas disponibles con características geometeorológicas en el distrito de Chiclayo los cuales son favorables para la puesta en marcha de electrolineras alimentado por paneles solares ubicados en los grifos ya existentes.
- 2) Existe una relación entre las condiciones meteorológicas y geográficas con respecto a la radiación recibida. Estas condiciones de temperatura, precipitación y pendiente influyen en el paso de la radiación. En épocas de mayor precipitación en donde las nubes están cargadas de agua, la radiación es menor dado que existe una interferencia climática y cuando hay mayor temperatura como podría ser en las estaciones de primavera y verano se presenta por lo general un cielo despejado permitiendo el paso de la radiación solar sin interrupción.
- 3) Se determinó el potencial fotovoltaico a través del geo procesador ArcGIS, empleando la herramienta solar analyst, el cual oscila entre 4.81 kW/h a 4.95kW/h; esta radiación solar que recibe el distrito de Chiclayo es favorable para proyectos referentes a la utilización de energía solar.
- 4) Se estimó la energía que pueden producir los paneles utilizando las fórmulas de Wiginton (2010) aplicadas a la realidad chiclayana. Los resultados obtenidos fueron alentadores ya que todos los grifos seleccionados califican para que implementen electrolineras.
- 5) Se logró identificar las zonas con mayor índice de radiación solar siendo así los grifos los lugares más viables tanto económica como sectorialmente ya que gracias a las características geometeorológicas que presenta el distrito de Chiclayo son favorables para la utilización de paneles fotovoltaicos enfocado en la implementación de electrolineras.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

- 1)** Ampliar la investigación científica tomando en cuenta la evolución de los costos de los paneles solares con respecto al tiempo.
- 2)** Considerar otros factores geometeorológicos a criterio de cada investigador dado que dichas condiciones presentan variaciones de acuerdo a la zona donde realizara el estudio.
- 3)** Implementar un sistema de drenaje para la prevención de corrosiones por parte de las precipitaciones y así ayudar al mantenimiento de los paneles fotovoltaicos.
- 4)** Realizar un estudio de impacto ambiental a fin de identificar los pro y contras de un proyecto de electrolineras alimentado con paneles solares.
- 5)** Realizar un análisis de costos y presupuestos para verificar la viabilidad de los proyectos.
- 6)** Identificar el relieve de la zona y realizar un modelo geográfico con elevación 3D con puntos LIDAR.

## REFERENCIAS

ABUR, Ali, et al. *Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica*. McGraw-Hill, 2002. Disponible en: <http://www.fi.unsj.edu.ar/descargas/ingreso/sistemas-electricos.pdf>

ÁLVAREZ, Correa, et al. Energías renovables y medio ambiente: su regulación jurídica en Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 2016, vol. 8, no 3, p. 179-183. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202016000300024&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202016000300024&script=sci_arttext&lng=en)

Alun Gu & Xiaoyu Zhou (2020) Emission reduction effects of the green energy investment projects of China in belt and road initiative countries, *Ecosystem Health and Sustainability*, 6:1, 1747947 disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083105667&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=+solar+energy&st2=&sid=c8c06d355365dbd2cdb7ef4d45427421&so t=b&sdt=b&sl=18&s=ALL%28+solar+energy%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=>

ANTONIOLLI, Andriago Fillipo, et al. Análise de serviço de energia solar fotovoltaica compartilhada no brasil. *Revista Empreender e Inovar*, 2018, vol. 1, no 1, p. 104-116. Disponible en: <https://periodicos.unifebe.edu.br/index.php/reei/article/view/624/458>

AQUINO, José et al. Las fuentes renovables, las electrolineras y el balance neto - Tiempo de oportunidad. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/291829596\\_Las\\_fuentes\\_renovables\\_las\\_electrolineras\\_y\\_el\\_balance\\_neto\\_-Tiempo\\_de\\_oportunidad](https://www.researchgate.net/publication/291829596_Las_fuentes_renovables_las_electrolineras_y_el_balance_neto_-Tiempo_de_oportunidad)

Arroyave, R. J., y Garcés, G. L. (2007). Tecnologías ambientalmente sostenibles. Producción +Limpia, 1(2), 78-86. Disponible en [:http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/513/1/pl\\_v1n2\\_78-86\\_tecnolog%C3%ADas.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/513/1/pl_v1n2_78-86_tecnolog%C3%ADas.pdf)

CABRERA, Marco Armijos; JARAMILLO, Víctor González; FRIES, Andreas. CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES METEOROLÓGICAS A SER USADAS COMO FUENTES DE ENERGÍA EN LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR. *Revista Geoespacial*, 2019, vol. 15, no 2, p. 13-23. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/1348/966>

CALLE MACANCELA, Patricio Fernando; SARANGO CHUQUIMARCA, William Xavier. Análisis de factibilidad para la implementación de fotolineras en la ciudad de Cuenca. 2018. Tesis de Licenciatura., Ecuador. Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15628>

CANSECO, Mercedes. Energías renovables en América Latina. Fundación Ciudadanía y Valores. Madrid-España, 2010, p. 1-12.

Disponible en:  
[http://plataforma.responsable.net/sites/default/files/1279184521\\_energias\\_renovables\\_en\\_america\\_latina.pdf](http://plataforma.responsable.net/sites/default/files/1279184521_energias_renovables_en_america_latina.pdf)

CASOLA, Laura; FREIER, Alexander. El nexo entre cambio climático y energía renovable en el Mercosur. Un análisis comparativo de las legislaciones de Argentina y Brasil. *Revista Derecho del Estado*, 2018, no 40, p. 153-179. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rdes/n40/0122-9893-rdes-40-00153.pdf>

CORTÉS, Simón; LONDOÑO, Adriana Arango. Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 2017, vol. 25, no 38, p. 375-390. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939007.pdf>

Ghiasi, M., Esmaeilnamazi, S., Ghiasi, R. y col. Papel de las fuentes de energía renovable en la evaluación de la eficiencia técnica y económica de la calidad de la energía. *Technol Econ Smart Grids Sustain Energy* 5, 1 (2020). Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85076776432&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=wind+power&st2=&sid=78e1a6c2d31d6c205c84346f68eacab0&sot=b&sdt=b&sl=15&s=ALL%28wind+power%29&relpos=17&citeCnt=0&searchTerm=>

HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5ta. ed. México D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2010. 174 pp, ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en:

[https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n\\_5ta\\_edici%C3%B3n\\_Roberto\\_Hern%C3%A1ndez\\_Sampieri](https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri)

LAMIGUEIRO, Oscar Perpiñán. Energía solar fotovoltaica. *Creative Commons ebook*, 2013. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Oscar\\_Perpinan\\_Lamigueiro/publication/249012821\\_Energia\\_Solar\\_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Oscar_Perpinan_Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf)

LOGGIODICE, Zuleyma. La gestión del conocimiento como ventaja competitiva para las agencias de viajes y turismos en la nueva cadena de distribución turística. Caso de estudio: Venezuela (Doctor en ciencias administrativas). Venezuela: Universidad del Sur, 2020. Disponible en <https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/zll/metodologia-investigacion.html>

MACERA, Daniel. Osinergmin: El 6% de la población no cuenta con electricidad [en línea]. El Comercio. 31 de enero de 2018. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2020].

Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/osinergmin-6-poblacion-cuenta-electricidad-noticia-493422-noticia/?ref=ecr>

MARCILLO, José Luis Muñoz, et al. DETERMINACIÓN DE ÁREAS ÓPTIMAS PARA INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA EN EL CANTÓN QUEVEDO, APLICANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. 2016. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/08/energia.html>

MARAVÍ, Rubén Mesía. Contexto ético de la investigación social. *Investigación educativa*, 2007, vol. 11, no 19, p. 137-151. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52394397/a11.pdf?1490931895=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCONTEXTO\\_ETICO\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_SOCIA.pdf&Expires=1593751284&Signature=WWt0a-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52394397/a11.pdf?1490931895=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCONTEXTO_ETICO_DE_LA_INVESTIGACION_SOCIA.pdf&Expires=1593751284&Signature=WWt0a-)

[COhUNhEQLF8NCsupijvxV-ug~74sgkfCddVWE5btu3xIY~o-  
YVzNc548IWYxOZreKZJ42uMz4Lj25a0D3HBagjSuSGDklse1cLkXNqaNyKsBkiJU  
8-  
z5~tR2zfM8kXEkaq2TeTE2HUKVL0px~7m38xoVAKAVebmkJSYeYVbcT0RfGkM  
k8~CiEfgCs-  
CCL9rkiUkblgg2ZZa0TMwpB4mzhuiJGIRcVklwiT1D9~ZSYk5VEy~mXY5VOggiK  
UJ3Oso7AmiWcgFUNKUhg2V5go06HjRCcSzDA0O48fcpc6Y48T9du6r~bS2MZ3  
5XN7YuxTGeZ7ag~LUaUqa0r7g &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/483)

MARTIN, Ana Maria, DOMINGUEZ, Javier, AMADOR, Julio. Desarrollo de un modelo geográfico para la evaluación del potencial fotovoltaico en entornos urbanos. Revista internacional de la Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 8 de junio de 2020] ISSN: 1578-5157. Disponible en: <http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/483>

MATHIER, D., et al. La biomasa y la bioenergía distribuida para el agregado de valor en origen. 2018. Disponible en: <https://ruralnet.com.ar/wp-content/uploads/2019/07/inta.biomasa-y-bioenergia-para-agregado-valor-en-origen.pdf>

NAVARRO López, Glory. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN ÁREAS AGRÍCOLAS MEDIANTE INFORMACIÓN ESPACIAL Y PROCESO SIG - INTERCUENCA 0171 - HUANCANÉ – MOHO. Tesis (Ingeniero topógrafo y agrimensor). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10534>

Norma para impulsar mercado de vehículos eléctricos será publicada en abril, afirma Minem [en línea]. Gestión.PE. 7 de marzo de 2020. [Fecha de consulta 7 de junio de 2020]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/norma-para-impulsar-mercado-de-vehiculos-electricos-sera-publicada-en-abril-afirma-minem-nndc-noticia/>

OSPINO, Adalberto. Análisis del potencial energético solar en la región Caribe para el diseño de un sistema fotovoltaico. Revista Inge-CUC [en línea]. Octubre, 2010, vol 6 - No 6. [Fecha de consulta: 8 de junio de 2020]. ISSN: 0122-6517 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4868960.pdf>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Chile: Universidad de Tarapacá, Arica, 2017. 227 pp. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2020]. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

OWUSU, Phebe Asantewaa; ASUMADU-SARKODIE, Samuel. A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 2016, vol. 3, no 1, p. 1167990.

Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311916.2016.1167990>

PATERSON, Patrick. Calentamiento global y cambio climático en Sudamérica. *Revista Política y Estrategia*, 2017, no 130, p. 153-188. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6526020>

POTOSINOS, UNIVERSITARIOS. Energía solar fotovoltaica. *Síguenos: @revupotosinos Universitarios Potosinos*, 2019, p. 25. Disponible en : <http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/Documents/Divulgacion/Revista/Dieciseis/universitarios%20potosinos%20238.pdf#page=26>

RAMIREZ, Adair. Estrategias metodológicas del docente y el aprendizaje de los estudiantes de la Especialidad Contabilidad – Informática del Instituto Superior Tecnológico Estatal Quillabamba Filial Pichari, Cuzco-2017. Tesis (Maestro en Ciencias de la Educación con mención en docencia universitaria). Lima, 2018. Universidad: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle Alma Máter del Magisterio Nacional. Disponible en: <http://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/2465/TM%20CE-Du%204069%20R1%20-%20Ramirez%20Valdez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RODRIGUEZ, Abel. Electromovilidad Conceptos, políticas y lecciones aprendidas para el Perú, 2019. Disponible en: [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios Economicos/Libros/Osinergmin-Electromovilidad-conceptos-politicas-lecciones-aprendidas-para-el-Peru.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Electromovilidad-conceptos-politicas-lecciones-aprendidas-para-el-Peru.pdf)

ROLDÁN, José; VILORIA, José Roldán. *Fuentes de energía*. Editorial Paraninfo, 2008.

Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1VSdl7o\\_t2kC&oi=fnd&pg=PP1&ots=aFregX\\_wc6&sig=imK9t8E\\_9uz9L2T3NZtmOgmlDUQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1VSdl7o_t2kC&oi=fnd&pg=PP1&ots=aFregX_wc6&sig=imK9t8E_9uz9L2T3NZtmOgmlDUQ#v=onepage&q&f=false)

Se abre el paso a autos eléctricos en Perú: importación de híbridos se duplicaría este año [en línea]. *Gestion*.PE. 31 de julio de 2019. [Fecha de consulta 7 de junio de 2020]. Disponible en <https://gestion.pe/tecnologia/se-abre-el-paso-a-autos-electricos-en-peru-importacion-de-hibridos-se-duplicaria-este-ano-noticia/?ref=gesr>

SEPEDA, Juan y SIERRA, Adriana. Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones. 2017. Universidad Santo Tomás. [Fecha de consulta: 8 de junio de 2020]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4196/cepedajuan2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SIMÃO, Vera Lúcia. *Formación Continuada y varias voces del profesorado de educación infantil de Blumenau: Una propuesta desde dentro*. Universitat de Barcelona, 2010. Disponible en: [http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/41493/6/05.VLS\\_ANALISIS\\_Y\\_TRATAMIENTO\\_INFORMACION.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/41493/6/05.VLS_ANALISIS_Y_TRATAMIENTO_INFORMACION.pdf)

Usher, Bruce. *Renewable Energy : A Primer for the Twenty-First Century*. Columbia University Earth Institute Sustainability Primers. New York: Columbia University Press, 2019.

Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1946704&lang=es&site=eds-live>.

VICUÑA, Diana Mendieta; PIZARRO, Jaime Escribano. Electricidad, desarrollo rural y buen vivir. En III Simposio Internacional Historia de la electrificación. Estrategias y cambios en el territorio y la sociedad. Ciudad de México. 2015.

Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/iii-mexico/mendietaescribano.pdf>

WWF. Reto Energético en Lambayeque: Reflexiones para fomentar la transición a nuevas fuentes de energía renovable. 2015.

Disponible en:

<https://www.wwf.org.pe/?250992/reto-energetico-en-lambayeque-reflexiones-para-fomentar-la-transicion-a-nuevas->

Wiginton, L.K., Nguyen, H.T., Pearce, J.M. (2010): "Quantifying rooftop solar photovoltaic potential for regional renewable energy policy". *Computers, Environment and Urban Systems*, 34, pp. 345-357. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/220666456\\_Quantifying\\_rooftop\\_solar\\_photovoltaic\\_potential\\_for\\_regional\\_renewable\\_energy\\_policy](https://www.researchgate.net/publication/220666456_Quantifying_rooftop_solar_photovoltaic_potential_for_regional_renewable_energy_policy)



## Anexo 02: Escala Anemométrica de Beaufort

Numero de Beaufort	Velocidad del viento (Km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto de la mar
0	00 a 01	<1	Calma	Espejado
1	02 a 05	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas pero sin espuma
2	06 a 11	4 a 6	Flojito (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítrea, sin romper
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (Brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento
8	62 a 74	34 a 40	Temporal (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma
9	75 a 88	41 a 47	Temporal fuerte (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad memada
10	89 a 102	48 a 55	Temporal duro (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie de la mar blanca.
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida
12	118 a más	64 a 71>	Temporal huracanado (Huracán)	El aire está lleno de espuma y rociones. Enorme oleaje. Visibilidad casi nula.

Fuente: Revista Tecnológica-ESPOL,2014