



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Generación distribuida renovable: una revisión de literatura

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO  
DE:**

Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica

**AUTOR :**

Carmen Miranda, Gustavo Enrique (orcid.org/0000-0003-2432-3819)

**ASESOR:**

Dr. Luján López, Jorge Eduardo (orcid.org/0000-0003-1208-1242)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Generación distribuida renovable: una revisión de literatura", cuyo autor es CARMEN MIRANDA GUSTAVO ENRIQUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 13 de Junio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO <b>DNI:</b> 17897692 <b>ORCID:</b> 0000-0003-1208-1242	Firmado electrónicamente por: JLUJAN el 14-06- 2024 08:10:12

Código documento Trilce: TRI - 0759358



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CARMEN MIRANDA GUSTAVO ENRIQUE estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Generación distribuida renovable: una revisión de literatura", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
GUSTAVO ENRIQUE CARMEN MIRANDA <b>DNI:</b> 45694366 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2432-3819	Firmado electrónicamente por: GCARMENM el 13-06- 2024 10:15:26

Código documento Trilce: TRI - 0759359

## Índice de contenidos

Carátula	i
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de Originalidad del Autor .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen .....	v
Abstract .....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	4
III. RESULTADOS.....	5
IV. CONCLUSIONES.....	12
REFERENCIAS.....	13
ANEXOS.....	15
ANEXO 01. Cantidad de artículos incluidos para revisión .....	15
ANEXO 02. Listado de artículos incluidos para revisión .....	16
ANEXO 03. Resultado del reporte de similitud de Turnitin .....	22

## Resumen

El presente artículo de revisión contribuye a ODS 7 (Energía Asequible y no Contaminante) y tuvo como objetivo analizar el estado del conocimiento con relación a la Generación Distribuida Renovable. La investigación se basó en una revisión de literatura y una búsqueda detallada de información relevante en varias bases de datos como Scopus, Web of Science, Science Direct y Scielo entre 2020 y 2024. Fueron 28 los artículos incluidos en la revisión utilizando los criterios de exclusión. Se descubrió que la generación distribuida renovable es un tipo de generación cada vez más indispensable debido al uso de recursos naturales, caracterizándose por su rentabilidad, naturaleza ecológica y mínimo impacto ambiental; dos de sus dimensiones son: la generación eólica y la generación solar o fotovoltaica; una técnica empleada para analizar sistemas de distribución complejos, con participación de generación renovable, y predecir comportamientos dinámicos debido a la variación de sus parámetros es la Teoría de Bifurcaciones. Como conclusión general se establece que en diversos artículos no mencionan todas las dimensiones de la generación distribuida renovable tomándolas como uno solo en sus estudios sin considerar las particularidades de cada una.

**Palabras clave:** Generación distribuida renovable, recursos naturales, impacto ambiental.

## **Abstract**

This review article contributes to SDG 7 (Affordable and Non-Polluting Energy) and aimed to analyze the state of knowledge in relation to Renewable Distributed Generation. The research was based on a literature review and a detailed search for relevant information in various databases such as Scopus, Web of Science, Science Direct and Scielo between 2020 and 2024. There were 28 articles included in the review using the exclusion criteria . It was discovered that renewable distributed generation is an increasingly indispensable type of generation due to the use of natural resources, characterized by its profitability, ecological nature and minimal environmental impact; two of its dimensions are: wind generation and solar or photovoltaic generation; A technique used to analyze complex distribution systems, with the participation of renewable generation, and predict dynamic behaviors due to the variation of their parameters is the Bifurcation Theory. As a general conclusion, it is established that various articles do not mention all the dimensions of renewable distributed generation, taking them as one in their studies without considering the particularities of each one.

**Keywords:** Renewable distributed generation, natural resources, environmental impact.

## I. INTRODUCCIÓN

El suministro eléctrico cumple un papel importante en el día a día, de ella dependen la mayoría de las actividades que la población realiza, así como los grandes sectores industriales que rigen la economía del país. Un corte de energía prolongado en el sector industrial de una ciudad puede generar un completo caos: máquinas que no funcionen, pérdida de producción, pérdida de horas hombre, sistemas de comunicaciones inoperativos, entre otros. Un correcto diseño de suministro eléctrico, y una tarifa justa, es requisito indispensable para aumentar la productividad y el empleo de una nación (Ardito, 2020).

En el ámbito internacional, históricamente la electricidad se generaba en su mayoría con el uso de combustibles fósiles en unas pocas instalaciones de gran tamaño y se transportaba a través de grandes líneas de transmisión antes de pasar por líneas de distribución más pequeñas para abastecer a hogares y empresas. Con el tiempo las naciones se han dado cuenta de lo que conlleva este modelo de distribución de energía centralizado: calentamiento global por el uso de combustibles fósiles, fallas en las líneas de transmisión debido a su gran longitud, incremento en la facturación de energía y rechazos de carga son algunos de los problemas con los que se ha enfrentado el desarrollo humano (Kessler, 2020).

Por otro lado, en Perú la desestabilización en el precio de los combustibles, la dependencia que se tiene hacia las grandes centrales de generación eléctrica y los enormes esfuerzos de los gobiernos de todo el mundo por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que afectan al medio ambiente y a la calidad de vida de las personas, han llevado a la innovación tecnológica en el sector eléctrico hasta tal punto que hace unos años apareció una nueva forma de generación eléctrica que llevaría a un nuevo concepto de generación y consumo en el Perú. No hay duda de que los cambios traídos por estas nuevas tecnologías hoy hacen posible el uso de energías renovables que el Perú tiene gran potencial de desarrollar, lo que lleva al surgimiento de pequeños generadores de energía descentralizada o distribuida (GD) (Núñez, 2022).

Actualmente, la Asociación Peruana de Energías Renovables reúne empresas y organizaciones involucradas en el desarrollo de las energías renovables no tradicionales, como la energía solar, eólica, geotérmica, mareomotriz, biomasa y pequeñas hidroeléctricas. Esta asociación nos informa sobre los futuros proyectos a

desarrollarse en todas las regiones del Perú entre las cuales nos centraremos en la región de Piura.

En la región de Piura solo el 8% de los 500 MW de la potencia instalada se obtiene mediante uso de energías renovables. Teóricamente Piura tiene un potencial de generar 8000 MW mediante el uso de energías renovables, es decir, la región podría producir el 66% de la potencia energética que consume el país (Gallo, 2021).

La generación térmica a base de gas natural es la predominante en la región. Cuando estas unidades térmicas salen de servicio ocasionan un impacto negativo en la calidad del suministro eléctrico afectando principalmente al sector industrial como lo es el puerto de Paita, por ejemplo. Frente a estos sucesos las demás centrales se ven obligadas a regular potencia reactiva para mantener los niveles de tensión. Por otra parte, los clientes libres de la región Piura buscan energía de bajo costo en centrales generadoras con operaciones en otros departamentos resultándoles más económico inclusive aun pagando peaje por el uso de las líneas de transmisión.

Las posibles causas a estos problemas en la actualidad se dan eventualmente por la falta de centrales generadoras distribuidas dentro de la región Piura que puedan asumir el consumo energético de otras centrales cuando salgan de servicio o cuando fallen las principales líneas de distribución. El aumento en el número de centrales generadoras distribuidas ayudaría a los clientes libres a conseguir energía limpia y de bajo costo dentro de su propia región sin tener que pagar peaje por el uso de largas líneas de transmisión.

Empresas que apuestan por el desarrollo de energías renovables tienen claro el panorama y ven en ello una clara opción de negocio en donde los beneficios son para todos. En los próximos años, tal como nos informa la Asociación Peruana de Energías Renovables se ejecutarán grandes proyectos de generación distribuida renovable en Piura.

Esta investigación tiene una justificación por conveniencia, dado que la generación distribuida renovable salvaguarda los óptimos niveles operacionales de la línea de distribución, evitando sobre tensiones y apoyando el suministro eléctrico en determinadas zonas cuando existe un corte en la línea principal; tiene una justificación por relevancia social, dado que asegura el suministro de energía eléctrica a la industria y población, con la calidad requerida, así mismo, protege el medio ambiente con el uso de energías renovables; se justifica por su utilidad metodológica, dado que genera conocimiento de los conceptos, dimensiones y teorías que permiten construir

instrumentos de recolección de datos para la generación distribuida renovable.

Por otro lado, contribuye al objetivo de desarrollo sostenible ODS7 (Energía Asequible y no Contaminante), dado que asegura el suministro eléctrico y hace uso de energías renovables como la solar y la eólica.

Se plantearon las siguientes preguntas para el presente estudio: ¿Cuáles son los antecedentes del estudio? ¿Qué variables de estudio se utilizan más? ¿Qué dimensiones se mencionan con mayor frecuencia? ¿Qué teorías se han investigado en el estudio?

Los objetivos principales fueron recopilar información sobre los antecedentes de los últimos cinco años, determinar las definiciones de las variables de estudio más utilizadas en los artículos publicados, las dimensiones de las variables de estudio más utilizadas en los artículos publicados y las teorías relacionadas con las variables de estudio.

## **II. METODOLOGÍA**

Esta revisión de literatura tomó en cuenta artículos publicados en revistas que están indexadas en bases de datos como Scopus y Web of Science, Science Direct y Scielo. Se utilizó como estrategia de búsqueda "Renewable Distributed Generation", encontrándose un total de 1695 artículos científicos: Scopus (802), Web of Science (298), Science Direct (594) y Scielo (1).

Se utilizaron filtros con relación a acceso abierto, año de publicación (2020 - 2024), área temática (energía) y de acuerdo con su relación con los objetivos de la revisión, se obtuvieron 28 artículos científicos: Scopus (8), Web of Science (12), Science Direct (7) y Scielo (1).

La información que se obtuvo de esas publicaciones fue esencial para el logro de los objetivos del estudio. Se tomó información de 28 artículos para el primer objetivo de estudio, 05 artículos para el segundo objetivo de estudio, un artículo científico para el tercer objetivo de estudio y un artículo publicado en revistas indexadas para el cuarto objetivo de estudio.

Se tuvieron en cuenta todas las prácticas necesarias para garantizar la ética e integridad científica en esta investigación, teniendo en cuenta las normas de redacción y citación adoptadas por la Universidad, además de evaluar la originalidad con el software Turnitin asegurando un porcentaje de similitud menor e igual del 20%.

### III. RESULTADOS

#### **Objetivo 1: determinar antecedentes de los últimos cinco años.**

Se examinaron antecedentes que permitieron profundizar en las variables al revisar información relacionada con la variable de estudio en una variedad de revistas científicas impactantes indexadas en bases de datos científicas.

(Hussein Farh et al. 2024), en su investigación desarrollada en Arabia Saudita, evaluaron la asignación y el tamaño del generador distribuido renovable (RDG) en condiciones de interrupción de una línea en términos de confiabilidad y calidad para un sistema de energía. El estudio fue de enfoque cuantitativo experimental, usando como muestra un sistema eléctrico de potencia IEEE-30 buses y analizado con el software MATLAB V2016. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado que la interrupción de las líneas 10 a la 20 son las más críticas y que el optimizador de enjambre de partículas recomienda asignar generadores distribuidos renovables (RDG) en los buses 14, 15, 17, 20 y 30, con tamaños sugeridos de 26,8127 MW, 38,8986 MW, 27,9600 MW, 21,6300 MW y 27,0184 MW, respectivamente. Se concluye que la asignación de cinco RDG en barras colectoras óptimas ayudó a mantener la carga de la línea por debajo de los límites máximos y mejoró los perfiles de voltaje.

(Niazi, Golshan, Alhelou 2021), en su investigación desarrollada en Irán, proponen una estrategia de planificación para determinar la ubicación óptima de las unidades de generación distribuida renovable. El estudio fue de enfoque cuantitativo experimental, usando como muestra un sistema de distribución de 69 buses. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado que la estrategia propuesta supera el desafío de la intermitencia de producción de energía renovable ayudando a los operadores del sistema a definir mejores estrategias de integración de sistemas de energía firme, intermitente y fuentes de energía reactiva en las redes de distribución. Se concluye que cuando se utilizan fuentes de generación distribuida activa y reactiva en la red de distribución, el generador y la carga suministrada se encuentran cerca lo que origina que no se consuma la energía de la red aguas arriba. Por lo tanto, las capacidades

de alimentación están menos ocupadas y las pérdidas de energía del sistema se reducen.

(Zhang et al. 2023), en su investigación desarrollada en Australia, propusieron una metodología de asignación BESS (energía en baterías) para mejorar la confiabilidad y la economía en sistemas de distribución desequilibrados. El estudio fue de enfoque cuantitativo experimental, usando como muestra un sistema eléctrico de potencia IEEE-33 buses. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado que el algoritmo EGWO supera a los algoritmos de optimización del lobo gris (GWO) y de optimización del enjambre de partículas (PSO). Se concluye que la técnica de optimización BESS óptima propuesta mejora significativamente la economía y la confiabilidad en sistemas de distribución desequilibrados.

(Belbachir et al. 2023), en su investigación desarrollada en Canadá, aplicaron un nuevo algoritmo de optimización metaheurística, que utilizó el algoritmo del depredador marino (MPA) para determinar la ubicación óptima y el tamaño de múltiples generadores distribuidos renovables basados en fuentes fotovoltaicas y eólicas al tomar en consideración la incertidumbre estacional de la potencia de salida y la variación de la demanda de carga. El estudio fue de enfoque cuantitativo experimental, usando como muestra sistemas eléctricos de potencia de 33 y 69 buses. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado que el algoritmo depredador marino (MPA) mostró un buen comportamiento y una gran confiabilidad al proporcionar los mejores resultados para todos los casos estudiados, incluso en comparación con muchos otros algoritmos recientes como el moho limoso (SMA) y llama de polilla (MFO). Se concluye que la instalación óptima de las unidades híbridas fotovoltaicas y eólicas supuso una mejora significativa en las redes de distribución eléctrica al permitir la minimización de las pérdidas activas y reactivas hasta el 56,56% y 57,16%, respectivamente, para la primera red de distribución, y también hasta el 56,09% y 57,74%, respectivamente, para la segunda red de distribución; mejorado los perfiles de voltaje y obviamente mejoró el sistema de protección contra sobre corriente.

(Huang et al. 2022), en su investigación desarrollada en China, propusieron un método de evaluación de la capacidad de aceptación de generación distribuida en la red de distribución considerando la emisión de carbono. El estudio fue de enfoque cuantitativo experimental, usando como muestra sistemas eléctricos de distribución de 55 nodos. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado que una gran cantidad de acceso a generación distribuida agravará la fluctuación de voltaje y mejorará el margen de capacidad de línea de la red de distribución, lo que muestra la necesidad de una evaluación científica de la capacidad de aceptación de generación distribuida. Se concluye que la evaluación de la capacidad de aceptación propuesta en este documento puede evaluar efectivamente la capacidad máxima de aceptación de generación distribuida y proporciona orientación para la configuración de generación distribuida en la red de distribución.

(Mejia et al. 2022), en su investigación desarrollada en Brasil, propusieron un novedoso modelo de programación lineal entera mixta para abordar la planificación de refuerzo a medio plazo de redes de distribución activas, teniendo en cuenta múltiples opciones de inversión y límites de emisión de CO<sub>2</sub>. El estudio fue de enfoque cuantitativo experimental, usando como muestra un sistema eléctrico de distribución de 69 nodos. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado que modelar la carga como dependiente del voltaje e integrar la reconfiguración de la red en las acciones de planificación a mediano plazo ayuda a lograr una red efectiva que, además de ser amigable con el medio ambiente, tiene costos totales de planificación bajos. Se concluye que el despliegue de unidades de generación distribuida (GD) renovable ayuda a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que tiene un impacto ambiental positivo. Aunque la instalación de dicha tecnología aumenta los costos de inversión, este costo se ve compensado por una disminución en los costos operativos. Además, el despliegue de unidades de generación distribuida renovable ayuda a evitar que la distribuidora sea sancionada por exceder el CO<sub>2</sub> límites de emisiones permitidos.

(Zhang et al. 2024), en su investigación desarrollada en China, presentaron un método estocástico de asignación óptima para un sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS) con la finalidad de minimizar los costos generales de las redes de distribución y cosechar más energía renovable. El estudio fue de enfoque cuantitativo experimental, usando como muestra un sistema eléctrico de distribución de 33 nodos. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado que el fenómeno de reducción de generación distribuida ha disminuido significativamente con la instalación del sistema de almacenamiento de energía en baterías. Se concluye que la efectividad del método de asignación del sistema de almacenamiento de energía en baterías propuesto y el algoritmo de solución se verifica en un sistema de distribución de 33 nodos a través de análisis comparativos, mostrando alta eficiencia y rendimiento.

(Ahmad et al. 2022), en su investigación desarrollada en la India, proporcionaron un enfoque funcional para identificar la ubicación óptima de las estaciones de carga rápida (FCS) para vehículos eléctricos utilizando la red delta este (EDN). El estudio fue de enfoque cuantitativo experimental, usando como muestra un sistema eléctrico de distribución de 34 nodos. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado una versión mejorada del algoritmo del águila calva para colocar estaciones de carga rápida (FCS) con generación de distribución basada en energía solar colocadas aleatoriamente en el sistema delta este (EDN). Se concluye que la instalación de estaciones de carga rápida se puede realizar en función a la pérdida de potencia activa y reactiva aumentando la fiabilidad del sistema de distribución y reduciendo las emisiones de carbono.

(Salah Saidi 2022), en su investigación desarrollada en Arabia Saudita, describió la estrategia efectiva de regulación de voltaje para el sistema de transmisión utilizando el módulo STATCOM (compensador síncrono estático) para resolver los aspectos de caída y efecto sobre la estabilidad de voltaje en la red de transmisión. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado la estabilidad de voltaje de la red de transmisión con alta integración fotovoltaica es un problema desafiante debido a la generación estocástica de un sistema solar. Se concluye que es necesario implementar sistemas

como STATCOM para mejorar la calidad de la energía y la estabilidad del voltaje del sistema eléctrico ya que aporta mejores alternativas para aumentar el margen de estabilidad del voltaje estático y la capacidad de transferencia de energía.

(Saxena, Kumar, Nangia 2022), en su investigación desarrollada en la India presentaron una revisión completa de la optimización de generación distribuida (GD) en vista del desarrollo reciente, hicieron una comparación basada en las técnicas de optimización adoptadas, el sistema de prueba, los parámetros mejorados y evaluación de resultados. Para el análisis de los datos se utilizó descriptores descriptivos y predictivos, obteniendo como principal resultado que la generación distribuida tiene el potencial de explotar la difusión de fuentes de energía renovables para enfrentar los desafíos actuales ya que contribuye a condiciones ambientales seguras. Se concluye que la integración de un sistema de almacenamiento en baterías puede reducir la intermitencia de las fuentes de energía renovables logrando así que la generación distribuida basada en energías renovables, el almacenamiento en baterías, la respuesta a la demanda, los bancos de condensadores y los vehículos eléctricos podrían utilizarse para un despacho óptimo de energía en las redes de distribución.

## **Objetivo 2: identificar las definiciones de la variable de estudio más utilizadas en los artículos publicados.**

Para profundizar sobre la variable de estudio, se buscaron las definiciones más utilizadas en los artículos revisados. Según (Hussein Farh et al. 2024) la generación distribuida renovable es un tipo de generación cada día más indispensable debido al uso de recursos naturales y que se caracteriza por su mínimo impacto ambiental, rentabilidad y naturaleza ecológica. A su vez, (Zhang et al. 2023) menciona que la generación distribuida renovable es una alternativa prometedora para mitigar el calentamiento global y satisfacer la creciente demanda de energía mundial debido a su naturaleza inagotable y respetuosa con el medio ambiente. Así mismo (Huang et al. 2022) aporta que la generación distribuida renovable es un tipo de energía respetuosa con el medio ambiente que puede apoyar en el desarrollo social y económico. Desde punto de vista más técnico tenemos la definición de (Li et al. 2021) quien menciona que la generación distribuida renovable es un tipo de generación que presenta fluctuaciones e intermitencia en la potencia de salida ya que depende de los parámetros de entrada, lo que impone altos requisitos a la adaptabilidad y el control de la red de distribución. Finalmente (Zhang et al. 2024) menciona que la generación distribuida renovable es una tecnología que trae desafíos técnicos, particularmente el aumento de voltaje y la sobrecarga de la línea causando fluctuación e intermitencia en la producción de energía.

### **Objetivo 3: identificar las dimensiones de la variable de estudio más utilizadas en los artículos publicados.**

(Belbachir et al. 2023) menciona dos dimensiones de la generación distribuida renovable: la generación distribuida eólica y la generación distribuida solar o fotovoltaica. Define a la primera como aquella generación que está relacionada con la velocidad del viento; por lo tanto, cuando la temporada es ventosa, la energía generada es máxima siendo la temporada de verano la de menos generación y la de invierno la de más generación. Con respecto a la generación solar o fotovoltaica es aquella generación que está relacionada directamente con la irradiación solar, siendo la temporada de verano la más productiva especialmente en horas cercanas al medio día.

### **Objetivo 4: identificar las teorías relacionadas a las variables de estudio.**

Varios investigadores han utilizado una gran variedad de métodos de optimización para determinar el tamaño y la ubicación ideal de los generadores distribuidos renovables. La Teoría de Bifurcaciones es una técnica empleada que destaca su valor al analizar sistemas de distribución complejos y predice comportamientos dinámicos debido a la variación de sus parámetros. Estos cambios cualitativos se traducen en cambios en la estabilidad del sistema; es decir, la aparición y desaparición de soluciones estables cuando se cambian uno o más parámetros del sistema. De esta manera, esta teoría ayuda a integrar de manera óptima varios tipos de generación distribuida renovable en un sistema de distribución (Babu, Swarnasri 2020).

#### **IV. CONCLUSIONES**

1. Se realizó una revisión sistemática, encontrando 28 artículos que tenían relación con las variables de estudio. De los cuales se describieron 10 antecedentes, que evaluaron la generación distribuida renovable en diferentes escenarios y países.
2. La generación distribuida renovable es un tipo de generación cada día más indispensable debido al uso de recursos naturales y que se caracteriza por su mínimo impacto ambiental, rentabilidad y naturaleza ecológica.
3. Dos de las dimensiones de la generación distribuida renovable son: la generación eólica y la generación solar o fotovoltaica.
4. La Teoría de Bifurcaciones es una técnica empleada que destaca su valor al analizar sistemas de distribución complejos y predice comportamientos dinámicos debido a la variación de sus parámetros.

## REFERENCIAS

ARDITO, Orlando. (2020). Coronavirus y la importancia de la energía eléctrica. <https://elperuano.pe/noticia/95183-coronavirus-y-la-importancia-de-la-energia-electrica>

KESSLER, Leandro. (2020). Básicos: Generación y transporte de la electricidad. <https://afinidadelectrica.com/2020/07/26/basicos-generacion-y-transporte-de-la-electricidad/>

NUÑEZ, Christina. (2022). Explicación de qué son los combustibles fósiles. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/explicacion-que-son-combustibles-fosiles>

GALLO, Luis. (2021). Piura tiene potencial para producir el 66% de la energía nacional. <https://walac.pe/piura-tiene-potencial-para-producir-el-66-de-la-energia-nacional/>

AHMAD, Fareed et al., 2022. A novel AI approach for optimal deployment of EV fast charging station and reliability analysis with solar based DGs in distribution network. *Energy Reports*. Vol. 8, pp. 11646-11660. DOI 10.1016/j.egy.2022.09.058.

BABU, Ponnam Venkata K. y SWARNASRI, K., 2020. Optimal integration of different types of DGs in radial distribution system by using Harris hawk optimization algorithm. MENG, Wei (ed.), *Cogent Engineering*. Vol. 7, n.º 1, p. 1823156. DOI 10.1080/23311916.2020.1823156.

BELBACHIR, Nasreddine et al., 2023. Multi Dimension-Based Optimal Allocation of Uncertain Renewable Distributed Generation Outputs with Seasonal Source-Load Power Uncertainties in Electrical Distribution Network Using Marine Predator Algorithm. *Energies*. Vol. 16, n.º 4, p. 1595. DOI 10.3390/en16041595.

HUANG, Yixin et al., 2022. Evaluation of Acceptance Capacity of Distributed Generation in Distribution Network Considering Carbon Emission. *Energies*. Vol. 15, n.º 12, p. 4406. DOI 10.3390/en15124406.

HUSSEIN FARH, Hassan M. et al., 2024. Optimal Sizing and Placement of Distributed Generation under N-1 Contingency Using Hybrid Crow Search–Particle Swarm Algorithm. *Sustainability*. Vol. 16, n.º 6, p. 2380. DOI 10.3390/su16062380.

LI, Xingmin et al., 2021. Review on Reactive Power and Voltage Optimization of Active Distribution Network with Renewable Distributed Generation and Time-Varying Loads. WANG, Licheng (ed.), *Mathematical Problems in Engineering*. Vol. 2021, pp. 1-18. DOI 10.1155/2021/1196369.

MEJIA, Mario A. et al., 2022. Medium-term planning of active distribution systems considering voltage-dependent loads, network reconfiguration, and CO2 emissions.

*International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. Vol. 135, p. 107541. DOI 10.1016/j.ijepes.2021.107541.

NIAZI, Yasaman, GOLSHAN, Mohamad Esmail Hamedani y ALHELOU, Hassan Haes, 2021. Combined Firm and Renewable Distributed Generation and Reactive Power Planning. *IEEE Access*. Vol. 9, pp. 133735-133745. DOI 10.1109/ACCESS.2021.3115151.

SALAH SAIDI, Abdelaziz, 2022. Impact of grid-tied photovoltaic systems on voltage stability of tunisian distribution networks using dynamic reactive power control. *Ain Shams Engineering Journal*. Vol. 13, n.º 2, p. 101537. DOI 10.1016/j.asej.2021.06.023.

SAXENA, Vivek, KUMAR, Narendra y NANGIA, Uma, 2022. Recent Trends in the Optimization of Renewable Distributed Generation: A Review. *Ingeniería e Investigación*. Vol. 42, n.º 3, p. e97702. DOI 10.15446/ing.investig.97702.

ZHANG, Changjun et al., 2024. Stochastic optimal allocation for a battery energy storage system in high renewable-penetrated distribution networks. *Frontiers in Energy Research*. Vol. 12, p. 1345057. DOI 10.3389/fenrg.2024.1345057.

ZHANG, Dong et al., 2023. Optimal Allocation of Battery Energy Storage Systems to Enhance System Performance and Reliability in Unbalanced Distribution Networks. *Energies*. Vol. 16, n.º 20, p. 7127. DOI 10.3390/en16207127.

## ANEXOS

### ANEXO 01. Cantidad de artículos incluidos para revisión

Base de datos	Artículos encontrados	Artículos de Acceso abierto	Artículos 2020-2024	Artículos área Temática Ingeniería (energía y otros)	Artículos incluidos
Scopus	802	198	64	55	8
Web of Science	298	116	73	66	12
Science Direct	594	90	84	32	7
Scielo	1	1	1	1	1
TOTAL	1695	405	222	154	28

## ANEXO 02. Listado de artículos incluidos para revisión

Nº	Título original	Autor (es)	Año de publicación	País	Enlace
1	Optimal Sizing and Placement of Distributed Generation under N-1 Contingency Using Hybrid Crow Search–Particle Swarm Algorithm	Hassan M. Hussein Farh, Abdullrahman A. Al-Shamma'a, Affaq Qamar, Fahman Saeed and Abdullah M. Al-Shaalan	2024	Arabia Saudita	<a href="https://doi.org/10.3390/su16062380">https://doi.org/10.3390/su16062380</a>
2	Stochastic optimal allocation for a battery energy storage system in high renewable-penetrated distribution networks	Changjun Zhang, Zhongzhong Li, Lihong Ma, Sifan Li, Linbei Fu, Hang Zhou, Haisheng Wang and Yufen Wu	2024	China	<a href="https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1345057">https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1345057</a>
3	Optimal Allocation of Battery Energy Storage Systems to Enhance System Performance and Reliability in Unbalanced Distribution Networks	Dong Zhang ,GM Shafiullah, Choton Kanti Das, Kok Wai Wong	2023	Australia	<a href="https://doi.org/10.3390/en16207127">https://doi.org/10.3390/en16207127</a>
4	Multi Dimension-Based Optimal Allocation of Uncertain Renewable Distributed Generation Outputs with Seasonal Source-Load Power Uncertainties in Electrical Distribution Network Using Marine Predator Algorithm	Nasreddine Belbachir, Mohamed Zellagui, Samir Settoul, Claude Ziad El-Bayehy Ragab A. El-Sehiemy	2023	Canadá	<a href="https://doi.org/10.3390/en16041595">https://doi.org/10.3390/en16041595</a>

5	Optimal Allocation of Hybrid Renewable Distributed Generation with Battery Energy Storage System Using MOEA/ D-DRA Algorithm	P. Pon Ragothama Priya, S. Baskar, S. Tamil Selvi, y CK Babulal	2023	India	<a href="https://doi.org/10.1155/2023/7316834">https://doi.org/10.1155/2023/7316834</a>
6	Evaluation of Acceptance Capacity of Distributed Generation in Distribution Network Considering Carbon Emission	Yixin Huang, Lei Zhao, Weiqiang Qiu, Yuhang Xu, Junyan Gao, Youxiang Yan, Tong Wu y Zhenzhi Lin	2022	China	<a href="https://doi.org/10.3390/en15124406">https://doi.org/10.3390/en15124406</a>
7	Medium-term planning of active distribution systems considering voltage-dependent loads, network reconfiguration, and CO2 emissions	Mario A. Mejía, Leonardo H. Macedo, Gregorio Muñoz Delgado, Javier Contreras, Antonio Padilha-Feltrin	2021	Brasil	<a href="https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.107541">https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.107541</a>
8	A distribution network planning model considering neighborhood energy trading	Javid Maleki Delarestaghi, Ali Arefi, Gerard Ledwich, Alberto Borghetti	2020	Australia	<a href="https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106894">https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106894</a>
9	Combined Firm and Renewable Distributed Generation and Reactive Power Planning	Yasaman Niazi, Mohamad Esmail Hamedani Golshan, Hassan Haes Alhelou	2021	Irán	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=9547261">https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=9547261</a>
10	An Optimization Method of Active Distribution Network Considering Time Variations in Load and Renewable Distributed Generation	Juan Wen, Xing Qu, Siyu Lin, Lin Ding y Lin Jiang	2022	China	<a href="https://doi.org/10.1155/2022/5771094">https://doi.org/10.1155/2022/5771094</a>

11	Review on Reactive Power and Voltage Optimization of Active Distribution Network with Renewable Distributed Generation and Time-Varying Loads	Xingmin Li, Hongwei Li, Shuaibing Li, Ziwei Jiang, y Xiping Ma	2021	China	<a href="https://doi.org/10.1155/2021/1196369">https://doi.org/10.1155/2021/1196369</a>
12	Power Quality Assessment of Distorted Distribution Networks Incorporating Renewable Distributed Generation Systems Based on the Analytic Hierarchy Process	Mohit Bajaj, Amit Kumar Singh, Majed Alowaidi, Naveen Kumar Sharma, Sunil Kumar Sharma, Shailendra Mishra	2020	India	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=9159570">https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=9159570</a>
13	Impact Assessment and Mitigation Techniques for High Penetration Levels of Renewable Energy Sources in Distribution Networks: Voltage-control Perspective	Ahmed SA Awad, Dave Turcotte, Tarek HM El-Fouly	2020	Canadá	<a href="https://doi.org/10.35833/MPCE.2020.000177">https://doi.org/10.35833/MPCE.2020.000177</a>
14	A Risk-Based Planning Approach for Sustainable Distribution Systems Considering EV Charging Stations and Carbon Taxes	Tayenne Dias de Lima, João Soares, Fernando Lezama, Juan F. Franco y Zita Vale	2022	Brasil	<a href="https://doi.org/10.1109/TSTE.2023.3261599">https://doi.org/10.1109/TSTE.2023.3261599</a>
15	Facilitating higher photovoltaic penetration in residential distribution networks using demand side management and active voltage control	Gobind Pillai, Michael Allison, Thet Paing Tun, Kiran Chandrakumar Jyothi, Eaby Kollonoor Babu	2021	Reino Unido	<a href="https://doi.org/10.1002/eng2.12410">https://doi.org/10.1002/eng2.12410</a>

16	Optimal integration of different types of DGs in radial distribution system by using Harris hawk optimization algorithm	Ponnam Venkata K. Babu & K. Swarnasri	2020	India	<a href="https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1823156">https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1823156</a>
17	A Data–Physics-Driven Modeling Approach of Key Equipment for Large-Scale Distribution Network Simulation	Rui Qiu, Hao Bai, Ruotian Yao, Chengxi Liu, Min Xu, Qi Chen and Weichen Yang	2024	China	<a href="https://doi.org/10.3390/electronics13091663">https://doi.org/10.3390/electronics13091663</a>
18	Analysis of voltage rise phenomena in electrical power network with high concentration of renewable distributed generations	Ayodeji Stephen Akinyemi, Kabeya Musasa & Innocent E. Davidson	2022	Sudáfrica	<a href="https://doi.org/10.1038/s41598-022-11765-w">https://doi.org/10.1038/s41598-022-11765-w</a>
19	Voltage Rise Regulation with a Grid Connected Solar Photovoltaic System	Akinyemi Ayodeji Stephen, Kabeya Musasa and Innocent Ewean Davidson	2021	Sudáfrica	<a href="https://doi.org/10.3390/en14227510">https://doi.org/10.3390/en14227510</a>
20	An analytical optimum method for simultaneous integration of PV, wind turbine and BESS to maximize technical benefits	Omid Khoubseresht, Mohamadamin Rajabinezhad and Seyyed Yousef Mousazadeh Mousavi	2022	Irán	<a href="https://doi.org/10.1049/gtd2.12801">https://doi.org/10.1049/gtd2.12801</a>
21	Integration of renewable energies in the urban environment of the city of Soria (Spain)	Sara Gallardo Saavedra, Alberto Redondo-Plaza, Diego Fernández-Martínez, Víctor Alonso-Gómez, José Ignacio Morales-Aragonés, Luis Hernández-Callejo	2022	España	<a href="https://doi.org/10.1016/j.wds.2022.100016">https://doi.org/10.1016/j.wds.2022.100016</a>

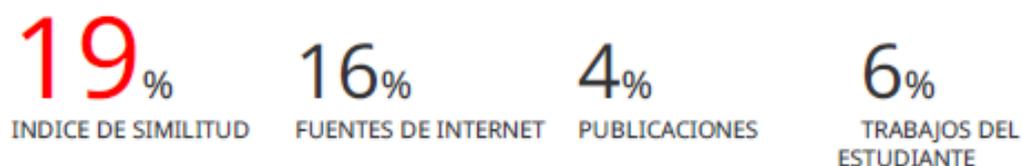
22	A novel AI approach for optimal deployment of EV fast charging station and reliability analysis with solar based DGs in distribution network	Fareed Ahmad, Imtiaz Ashraf, Atif Iqbal, Mousa Marzband, Irfan Khan	2022	India	<a href="https://doi.org/10.1016/j.egyrs.2022.09.058">https://doi.org/10.1016/j.egyrs.2022.09.058</a>
23	Developing future retail electricity markets with a customer-centric focus	Harrison Hampton, Aoife M. Foley, Dylan Furszyfer Del Rio, Benjamin Sovacool	2022	Reino Unido	<a href="https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113147">https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113147</a>
24	Impact of grid-tied photovoltaic systems on voltage stability of tunisian distribution networks using dynamic reactive power control	Abdelaziz Salah Saidi	2021	Arabia Saudita	<a href="https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.06.023">https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.06.023</a>
25	Optimizing the allocation of renewable DGs, DSTATCOM, and BESS to mitigate the impact of electric vehicle charging stations on radial distribution systems	Yuvaraj T, Suresh T D, Ulagammai Meyyappan, Belqasem Aljafari, Sudhakar Babu Thanikanti	2023	India	<a href="https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23017">https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23017</a>
26	Integration of multiple distributed solar PV (DSP) into the grid: The case of the distribution network in Freetown, Sierra Leone	Mohamed Osman Mansaray, Felix Amankwah Diawuo, Benjamin Bantinge	2024	Ghana	<a href="https://doi.org/10.1016/j.solcom.2024.100075">https://doi.org/10.1016/j.solcom.2024.100075</a>
27	Wind power operation capacity credit assessment considering energy storage	Wenhui Shi, Jixian Qu, Weisheng Wang	2022	China	<a href="https://doi.org/10.1016/j.gloei.2022.04.001">https://doi.org/10.1016/j.gloei.2022.04.001</a>

28	Recent Trends in the Optimization of Renewable Distributed Generation: A Review	Vivek Saxena, Narendra Kumar, and Uma Nangia	2022	India	<a href="https://doi.org/10.15446/ing.investig.97702">https://doi.org/10.15446/ing.investig.97702</a>
----	---	--	------	-------	---

## ANEXO 03. Resultado del reporte de similitud de Turnitin

### Trabajo de investigación

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	revistas.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
7	evergen.energy Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	1%

9	<a href="http://www.sumarios.org">www.sumarios.org</a> Fuente de Internet	1 %
10	Robert Antonio Salas Puente. "Gestión eficiente de los convertidores de potencia conectados al bus DC de una Microrred híbrida de generación distribuida", Universitat Politècnica de Valencia, 2019 Publicación	<1 %
11	<a href="http://repositorio.pucp.edu.pe">repositorio.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.laserenisima.com.ar">www.laserenisima.com.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
14	<a href="http://www.mdpi.com">www.mdpi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://servicioseditoriales.unam.mx">servicioseditoriales.unam.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
16	UMBRELLA ECOCONSULTING S.A.C.. "ITS para la Instalación de un Sistema de Almacenamiento de Energía Basado en Baterías como Mejora Tecnológica para la Adecuación de Regulación Primaria de Frecuencia de la Central Térmica Ventanilla-IGA0007181", R.D. N° 032-2019-SENACE-PE/DEAR, 2020	<1 %

Publicación

17	<a href="http://energetica21.com">energetica21.com</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://es.reuters.com">es.reuters.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://san.uri.br">san.uri.br</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://gauss.des.icaei.upco.es">gauss.des.icaei.upco.es</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://repositorio.ucsm.edu.pe">repositorio.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
22	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "ITS para la Instalación de un Sistema de Almacenamiento de Energía Basado en Baterías y un Sistema de Reactores en Serie como Mejora Tecnológica en la Central Termoeléctrica Chilca 1-IGA0019997", R.D. N° 0064-2022-MINEM/DGAAE, 2022 Publicación	<1 %
23	<a href="http://bluenews-blueenergy.blogspot.com">bluenews-blueenergy.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://de.slideshare.net">de.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://www.bdta.ufra.edu.br">www.bdta.ufra.edu.br</a> Fuente de Internet	<1 %

26	<a href="http://www.columbia.edu">www.columbia.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://futur.upc.edu">futur.upc.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://journaldatabase.info">journaldatabase.info</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://pesquisa.bvsalud.org">pesquisa.bvsalud.org</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://stakeholders.com.pe">stakeholders.com.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://www.bancomundial.org">www.bancomundial.org</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://www.sandc.com">www.sandc.com</a> Fuente de Internet	<1 %
33	Rivera Gavidia, Luis Miguel. "Catalizadores Catodicos Altamente Eficientes Para Pilas de Combustible de Electrolito Polimerico", Universidad de La Laguna (Canary Islands, Spain), 2022 Publicación	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado