

Sección de Trabajos Inéditos u Originales
Estrategias de Optimización y Planeamiento en la Transición Energética Justa: El Rol de las Mujeres Ingenieras Eléctricas en Colombia.

María Gabriela Mago Ramos
Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"
mgmagor@udistrital.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-7250-111X>

Fecha de Recepción: 15/08/2025

Fecha de Aceptación: 22/10/2025

Resumen

La presente investigación analiza cómo las ingenieras eléctricas o electricistas juegan un rol clave de liderazgo en la planificación energética, particularmente en el diseño e implementación de estrategias de optimización para la gestión de la demanda en las Comunidades Energéticas en Colombia (Ley 2294 de 2023) porque pueden articular la participación social de éstas mejorando decisiones que tengan impacto en la eficiencia del sistema y en la integración de energías renovables (ER). La participación de las ingenieras eléctricas ha ayudado a: Optimizar el diseño de sistemas renovables, instalando paneles solares fotovoltaicos para suministrar energía eléctrica a las cargas establecidas utilizando además, compensadores síncronos estáticos (STATCOM) que aumentan la velocidad de respuesta, realizan estabilización del voltaje de la red eléctrica, reducen la pérdida de potencia del sistema y los armónicos, aumentan la capacidad de transmisión y el límite de voltaje transitorio, desarrollando de forma planificada los proyectos energéticos con un enfoque inclusivo, tomando en cuenta las necesidades de comunidades vulnerables y zonas rurales en América Latina y Colombia desde el punto de vista técnico, social, ambiental, organizativo y de costos, donde el acceso a la energía ha sido históricamente limitado. Como resultado, las ingenieras eléctricas han promovido la equidad de género en los proyectos energéticos, lo cual ha permitido que se generen programas de capacitación y educación para el trabajo en las comunidades locales, enseñando sobre el uso y mantenimiento de los sistemas de ER, lo que fortalece la autonomía y el empoderamiento local, sobre todo, en la población de mujeres y jóvenes. Este tipo de entrenamiento técnico permite a las comunidades energéticas establecer estrategias para la planeación de la interconexión de estas cargas a la red de manera aún más eficiente y efectiva lo que garantiza el cumplimiento de la Ley de transición energética 2099 de 2021, además de verificar el cumplimiento de la resolución CREG 174 de 2021 que entró en vigor a partir del 23 de noviembre del 2021, que es una normatividad que regula las actividades de autogeneración y generación distribuida. Las comunidades energéticas pueden producir su propia energía reduciendo su consumo y el valor a pagar en la factura del servicio, así mismo estos pueden vender al sistema la energía que les sobre como excedente, con el apoyo técnico que han recibido por parte de quienes hayan liderado estos procesos.

Palabras clave: Estrategias de optimización y planeamiento, transición energética justa, mujeres ingenieras eléctricas, Colombia.

Abstract

This research examines how female electrical engineers play a key leadership role in energy planning, particularly in the design and implementation of optimization strategies for demand management within Energy Communities in Colombia (Law 2294 of 2023). Their participation enables greater social articulation, improving decision-making processes that impact system efficiency and the integration of renewable energy sources (RES). Women electrical engineers have contributed to optimizing renewable system design by installing photovoltaic solar panels that supply power to defined loads, and by deploying static synchronous compensators (STATCOM) that enhance response speed, stabilize grid voltage, reduce power losses and harmonics, and increase both transmission capacity and transient voltage limits. These actions facilitate the planned development of inclusive energy projects that consider technical, social, environmental, organizational, and cost dimensions particularly in vulnerable and rural communities across Latin America and Colombia, where energy access has historically been limited. As a result, female engineers have promoted gender equity within energy projects, leading to the creation of training and capacity-building programs that empower local populations, especially women and youth. These programs teach the use and maintenance of renewable energy systems, strengthening community autonomy and technical self-sufficiency. This type of technical training enables energy communities to establish efficient strategies for interconnection planning with the national grid, ensuring compliance with the Energy Transition Law 2099 of 2021 and CREG Resolution 174 of 2021, which regulates self-generation and distributed-generation activities. Energy communities can produce their own electricity, reduce consumption, lower billing costs, and sell surplus energy back to the grid all supported by the technical guidance provided by women engineers leading these processes.

Keywords: Optimization and planning strategies; just energy transition; women electrical engineers; Colombia.

Introducción

En el ámbito de la ingeniería eléctrica, las profesionales han asumido roles destacados en el desarrollo e implementación de iniciativas de energías renovables (ER) dentro de comunidades energéticas. En Colombia, destacan casos como los liderados por Sandra Fonseca del Grupo de Energía de Bogotá, Rosario Orozco de CELSIA, Clara Solano de la Fundación Energía para la Paz, y en Chile, Verónica Zaragovia de Enel Energía Verde [25, 26]. Estas expertas en ingeniería eléctrica consideran que una transición energética equitativa enfrenta obstáculos en la creación de infraestructuras adecuadas para incorporar las ER a la red eléctrica actual. Esto implica la expansión de líneas de transmisión, subestaciones y otros componentes esenciales para cubrir la demanda creciente. Además, es vital establecer normativas claras y atractivas que fomenten inversiones en iniciativas energéticas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), dirigidas por estas especialistas en ingeniería [27].

Por instancia, en el diseño de sistemas para el uso de energía solar, se deben considerar aspectos técnicos clave: evaluación de la demanda y compromiso comunitario, análisis del recurso solar disponible, dimensionamiento de sistemas independientes o conectados a la red, adopción de modelos cooperativos con tarifas accesibles, selección de tecnologías óptimas, y programas de formación comunitaria sobre operación, instalación, supervisión y mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos Solares (SFV). Estos enfoques permiten a las comunidades generar beneficios energéticos y financieros, convirtiéndose en prosumidores a través de esquemas compartidos. Adicionalmente, se integran programas inclusivos para jóvenes, niños y niñas, promoviendo la capacitación en ER para potenciar la independencia y el empoderamiento, especialmente entre mujeres y jóvenes en áreas rurales con actividades mineras o extractivas [28, 29].

En regiones colombianas rurales con enfoque minero, persisten desigualdades económicas y opresión que afectan desproporcionadamente a mujeres y niñas, agravadas por la falta de acceso educativo y segregación laboral [1]. Muchas zonas carecen de electricidad debido a limitaciones técnicas, inequidades o lejanía de las redes de distribución [2]. Por ello, se sugiere evaluar fuentes energéticas locales como soluciones viables e incluir estas demandas en las metas nacionales de transición energética, mediante proyectos adaptados a necesidades rurales y urbanas, con énfasis en la participación comunitaria [3]. Los SFV permiten convertir la radiación solar en electricidad renovable e ilimitada, y las capacitaciones se centran en:

- Identificar componentes e instalación de SFV, su operación y aplicaciones prácticas.
- Reconocer riesgos eléctricos y cargas compatibles.
- Adoptar mejores prácticas en políticas y proyectos, junto con planes de monitoreo y mantenimiento.

Un informe del Banco Mundial (2022) revela que más de 2.400 millones de mujeres globalmente carecen de igualdad económica y oportunidades laborales equivalentes a los hombres; dos tercios de los analfabetos mundiales son mujeres, y el 70% de los 1.300 millones en pobreza extrema son femeninas [4]. La OIT indica que 2 millones de madres enfrentan incompatibilidades laborales postparto. En Colombia, el acceso a servicios como la electricidad es crucial para la transición energética.

El 10,6% de niñas rurales mayores de 5 años son analfabetas, debido a responsabilidades domésticas (23,7%), escasez económica (19,8%), embarazos (9,6%) o desinterés en estudios (9,6%). Datos del DANE muestran que el 37,3% de mujeres rurales viven en pobreza multidimensional, el 44,6% en pobreza monetaria, con tasas de inactividad laboral del 65,2%, ocupación del 29,9% y desempleo del 15,1% [5, 6, 7].

En el sector minero-energético colombiano, donde solo el 27% de empleos son ocupados por mujeres, se prioriza asignar roles relacionados con el acceso y uso energético (ver Gráfico 1). Las mujeres gestionan el cuidado comunitario y tareas adicionales, incluyendo cocinar con leña — práctica de 5,4 millones según NATURGAS (2023)—. Se propone instalar sistemas simples con paneles solares, baterías y cargadores para suministrar al menos 1 kVA por hogar en comunidades energéticas identificadas [30].

Gráfico 1: Transición Energética Justa



Fuente: <https://ipse.gov.co/transicion-energetica-justa/>

MÉTODOS

Para lograr una transición energética inclusiva con perspectiva interseccional, se integran factores como género, etnia y clase social en la planificación y ejecución de proyectos. Esto incluye entrenamientos sobre conexiones eléctricas seguras, beneficios potenciales y mantenimiento de sistemas instalados por líderes comunitarios. Se consideran impactos diferenciados por grupo social, promoviendo políticas inclusivas para todos los usuarios de energía. Las estrategias lideradas por ingenieras eléctricas incorporan:

1. Enfoque en Seguridad y Derechos Humanos

- Políticas de protección específicas para mujeres y niñas en proyectos de ER con SFV.
- Protocolos accesibles para reportar violencia o acoso que impidan la adopción de estos sistemas.
- Formación en derechos humanos y prevención de violencia de género, con liderazgo de mujeres comunitarias [31].

2. Empoderamiento Económico y Laboral

- Garantizar equidad en contratación y ascensos en iniciativas energéticas.
- Programas de entrenamiento técnico para mujeres y niñas, facilitando su integración en producción, consumo y retorno de energía vía SFV.
- Financiamiento para negocios femeninos en ER, priorizando SFV [32].

3. Participación y Liderazgo

- Involucrar a mujeres en decisiones sobre proyectos, pese a bajos niveles educativos.
- Fomentar liderazgo femenino en todas las fases, destacando mejoras en calidad de vida.
- Desarrollar redes de apoyo para mujeres en el sector, permitiendo interconexiones entre comunidades para mayor fiabilidad energética [33].

4. Educación y Sensibilización

- Campañas sobre igualdad de género y prevención de violencia en comunidades y organizaciones energéticas.
- Curriculos educativos que promuevan equidad y no violencia desde la infancia, enfatizando educación y empleo como vías para reducir desigualdades [34].

5. Políticas Públicas y Marco Legal

- Reforzar leyes protectoras de derechos femeninos en contextos energéticos; la UPME en Colombia revisa regulaciones actuales.
- Incentivos para empresas inclusivas y sanciones contra discriminación [35].

Teniendo en cuenta lo indicado anteriormente, un sistema eléctrico de potencia (SP) convencional se compone de tres subsistemas principales: generación, transmisión y distribución. El sistema de generación incluye plantas hidroeléctricas, termoeléctricas, centrales de generación renovable y almacenamiento a gran escala que utilizan transformadores para elevar la tensión y transmitir la potencia eficientemente a grandes distancias [8]. El sistema de transmisión lleva la energía a grandes centros de consumo a través de líneas de transmisión, y se caracteriza por tener altos niveles de tensión y una estructura mallada que permite garantizar altos estándares de confiabilidad.

Por otra parte, los sistemas de distribución se encargan de suministrar energía de manera eficiente a los usuarios finales, lo que les otorga una importancia significativa dentro del sistema de potencia [9], además, la generación centralizada, el empleo de recursos energéticos distribuidos tiene muchos efectos positivos en los sistemas de distribución, como el desplazamiento de las cargas pico, la reducción de las pérdidas de la red, la mejora de los perfiles de tensión, y el aumento de la confiabilidad del sistema [10]. Estas ventajas hacen que la integración de tecnologías como la electrónica de potencia, las energías renovables y los dispositivos de almacenamiento de energía sean cruciales para optimizar la eficiencia de las redes eléctricas, ajustando los perfiles de tensión dentro de límites admisibles, mejorando la eficiencia de transferencia, reduciendo las pérdidas y disminuyendo las emisiones de dióxido de carbono [11].

Por ejemplo, los generadores fotovoltaicos se utilizan para mitigar picos de demanda, mejorar la calidad de la red en áreas locales distantes de los puntos de generación, reducir las pérdidas de transmisión debido a aumentos en la demanda, prevenir caídas de tensión y estabilizar el sistema eléctrico [11]. Se instalan en ubicaciones próximas a los puntos de consumo para evitar problemas asociados con la transmisión y distribución de energía [12]. Además, los D-STATCOM permiten mejoras técnicas como la reducción de las pérdidas totales de potencia de la red y el aplanamiento de perfiles de tensión, mejoras que se representan en beneficios económicos [13].

Resultados

En el marco de lo establecido en las políticas actuales de generación de energía eléctrica segura, confiable y limpia, la energía solar fotovoltaica ha sido consolidada como una de las fuentes más populares, en razón a que el recurso solar está disponible en la mayoría de las regiones del mundo y por lo cual, se facilita la integración masiva de este tipo de tecnología en diferentes contextos geográficos [14].

Con la implementación de estos dispositivos y en línea con los objetivos de desarrollo sostenible, se presenta una oportunidad vital para la transición energética, dejando claro que, esto conlleva a nuevos retos por afrontar, como optimizar su rendimiento y minimizar los desafíos inherentes a su uso, como lo son la eficiencia y la confiabilidad de la red eléctrica del sistema interconectado nacional en Colombia. En este sentido, se presentan diversos estudios e investigaciones como las desarrolladas por [15,16], las cuales han buscado alternativas que permiten mejorar el desempeño de los sistemas fotovoltaicos, contribuyendo a una mayor eficiencia en su implementación y a la vez preservando la seguridad y estabilidad de las redes.

Un enfoque clave para lograr estas mejoras es la combinación de los sistemas fotovoltaicos con dispositivos como los D-STATCOM, que han demostrado ser soluciones eficaces para abordar varios desafíos operativos en las redes eléctricas. Según [17], la integración de D-STATCOM ayuda a reducir fluctuaciones de tensión y sobre impulsos de tensión, mejorando así la estabilidad del suministro eléctrico. Esta solución se ha vuelto especialmente relevante para redes de distribución radial, donde la colocación conjunta de sistemas PV y D-STATCOM, como se destaca en [18], proporciona beneficios más significativos que la implementación individual de cada tecnología. En particular, la utilización de D-STATCOM puede reducir las desviaciones de tensión en un 15% y las pérdidas de potencia activa en un 30.7 %, lo que resalta su importancia en la mejora de la confiabilidad y eficiencia de las redes eléctricas a nivel global.

Bajo políticas de energía segura, confiable y limpia, la solar fotovoltaica destaca por su disponibilidad global, facilitando integración masiva [14]. Su adopción alinea con ODS, pero plantea retos en eficiencia y confiabilidad de la red nacional colombiana. Investigaciones buscan mejoras en el rendimiento de SFV para seguridad y estabilidad [15, 16]. Combinar SFV con D-STATCOM aborda fluctuaciones de tensión, reduciendo desviaciones en 15% y pérdidas activas en 30,7%, especialmente en redes radiales [17, 18].

Las ingenieras eléctricas lideran la integración de género en SP y RD para una transición justa, promoviendo participación en STEM para niñas y jóvenes, y herramientas para gestores en temas como cambio climático y economía circular. Se aseguran equidad en planificación, decisiones y gestión, usando modelos matemáticos para optimizar entrega y estabilidad [19]. Capacitaciones estructuradas incluyen objetivos, resultados y contenidos pedagógicos, complementados por programas del SENA para profesionalización.

Presentación del Plan de Estudios Propuesto para Comunidades Energéticas

Talleres presenciales de 1 mes: 8 sesiones (2 semanales, 2 horas cada una). Formato virtual interactivo con equipo técnico.

Objetivo General

Sensibilizar sobre género y energía, incorporando mujeres en decisiones y proyectos de transición, enfocados en SFV.

Resultados de Aprendizaje

- Conceptos básicos de género-energía y SFV.
- Acciones e indicadores sectoriales; instalación de SFV.
- Herramientas para enfoque de género en proyectos; riesgos eléctricos y cargas.
- Reflexión sobre conceptos relacionados (economía circular, clima); mantenimiento de SFV.
- Identificar prácticas exitosas en políticas/proyectos.

Contenido

- Relación género-energía; brechas y funcionamiento de SFV.
- Instrumentos para género en proyectos/empresas; componentes SFV, riesgos.
- Necesidades femeninas ante cambio climático y transición; acciones.
- Buenas prácticas y mantenimiento de SFV.

El SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) ofrece formación técnica en electricidad, articulando con industria para reducir brechas. Datos nacionales (2023-2024) muestran aumento en participación femenina en técnicos eléctricos (28,3% a 42,9%), pero declives en otras áreas como automatización (ver Tabla 1 y Gráfico 2). Se debe impulsar mayor inclusión [36].

Tabla 1: Ocupaciones a nivel técnicos profesionales o tecnólogos

Ocupación	Participación (%)			
	2023		2024	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
Total colocaciones en ocupaciones de nivel técnicos profesionales - tecnológicos	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2241 Técnicos en electricidad	28.6%	13.7%	42.9%	58.2%
2242 Técnicos en electrónica	16.0%	34.1%	24.4%	19.4%
2243 Técnicos en automatización e instrumentación	28.5%	11.0%	0.0%	6.9%
2245 Técnicos en telecomunicaciones	8.9%	6.6%	8.4%	6.7%
4214 Otros instructores	12.6%	23.6%	22.7%	6.2%
8212 Supervisores de electricidad y telecomunicaciones	4.5%	8.8%	1.7%	2.7%
9222 Supervisores de fabricación de productos electrónicos	0.1%	0.5%	0.0%	0.0%
9223 Supervisores de fabricación de productos eléctricos	0.7%	1.6%	0.0%	0.0%

Fuente: (Observatorio Laboral y Ocupacional del SENA, 2024) Gráfico 2: Ocupaciones a nivel técnicos profesionales o tecnólogos

Gráfico 2: Ocupaciones a nivel técnicos profesionales o tecnólogos



Fuente: M.Mago, 2024

Los datos de la tabla 1 y gráfica 2 muestran que ha habido un porcentaje de participación de 28.3% para las mujeres y 13.7% para los hombres en el año 2023 en la profesión de técnicos en electricidad, luego en el año 2024 correspondió al 42.9% de mujeres y 58.1% de hombres. En el año 2023 el 28.5% de las mujeres tuvo una participación como tecnólogas en automatización e instrumentación en comparación mientras que los hombres fueron del 11%, sin embargo, en el año 2024 la participación de mujeres fue del 0% mientras que los hombres tuvieron el 6.9% en este programa de formación. Ha habido una mayor participación de mujeres en las áreas de supervisión y electricidad donde en el año 2023 estas tuvieron un 4.5% y los hombres un 8.8%, mientras que en el año 2024 los porcentajes fueron 1.7% y 2.7% respectivamente. Hay que seguir impulsando estos cambios que permitirán mayor participación de mujeres y niñas de las comunidades energéticas.

Discusión

Las ingenieras eléctricas son clave en planificación de proyectos en comunidades energéticas con ER como SFV, monitoreando indicadores de género y promoviendo transparencia (ver Gráfico 3). Integrar expertas en igualdad fortalece participación social, mejorando seguridad, justicia y paz [37]. Barreras estructurales limitan la participación de mujeres en esta área en Latinoamérica; su inclusión fomenta innovación en renovables y eficiencia, impulsando desarrollo inclusivo y seguridad energética [20, 21, 22].

Gráfico 3: Cambios hacia una transición energética justa en Colombia



Fuente: <https://www.conte.org.co/cambios-hacia-una-transicion-energetica-justa-para-colombia/>

No solo es importante los modelos de capacitación que se han expuesto, sino también trabajar la optimización de la ubicación y el dimensionamiento de estos sistemas de ER desde el punto de vista técnico, ya que una colocación estratégica puede maximizar la eficiencia de la red, por ejemplo, [23] propusieron un algoritmo de optimización especial que está basado en el comportamiento de las tropas de gorilas aplicado a una red de distribución en Portugal (los ejemplos de la naturaleza o sistemas bioinspirados sirven de referente en la mayoría de los casos y pueden servir de inferencia para los habitantes de estas comunidades energéticas), logrando una reducción significativa de los costos totales y este tipo de contribución es clave para éstos habitantes que se han convertido en agentes energéticos. Esta reducción no solo se traduce en ahorros económicos, sino también en una mejor utilización de los recursos disponibles, resaltando [24] la importancia de desarrollar métodos algorítmicos eficientes para optimizar la integración de energías renovables en las redes de distribución, mejorando la rentabilidad de los sistemas, la estabilidad y confiabilidad de la red. Allí también es de suma importancia la participación de las ingenieras eléctricas o electricistas que lideran estos procesos.

Conclusiones

Las mujeres ingenieras eléctricas en Colombia pueden desempeñar un papel crucial en la Transición Energética Justa al aportar soluciones técnicas, sociales, ambientales y organizativas. Con el uso de nuevos desarrollos desde la gestión de la energía, hay una misión para las redes eléctricas inteligentes "Smart Grids" que son esenciales en la integración eficaz de la energía renovable con la red existente, teniendo en cuenta que los desafíos de las ER en Colombia pueden ser superados con el apoyo de los gobiernos, las empresas y la población, ya que tienen el potencial de contribuir a la sostenibilidad del país y mejorar la calidad de vida de los colombianos.

Priorizar iluminación rural con SFV para seguridad femenina, democratizando energía; descarbonizar cocinas, formar mujeres en minero-energético, y conectar eléctricamente. Políticas protegen derechos, capacitan y financian emprendimientos femeninos. Es importante tener en cuenta que técnicamente, los D-STATCOM reducen costos y mejoran la estabilidad; Colombia avanza en lineamientos, pero persisten barreras para que las ingenieras lideran estos procesos[38].

Hay que enfocarse en la planificación y ejecución de proyectos donde las ingenieras eléctricas o electricistas jueguen roles claves de liderazgo en la planificación energética, particularmente en el diseño e implementación de estrategias de optimización para la gestión de la demanda en las comunidades energéticas en Colombia, así como también en las capacitaciones que sean requeridas.

Bibliografía

- [1] Mago, M (2023). "Análisis del posicionamiento de género en el desempeño de la mujer ingeniera en el mantenimiento". Memorias del Primer Simposio de Investigación e Innovación Latinoamericano Mujeres en Ingeniería. Primera Edición. Consultado en:https://www.siilmicatedramatilda.com/_files/ugd/212d4f_d2e07b94ca644ec0bc3ae4f0ba81fb95.pdf
- [2] ICE (2024). "Proyectos Energéticos". Consultado en: <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/electricidad/proyectos-energeticos/generacion-distribuida>
- [3] Ministerio de Minas y Energía de Colombia. "Una Transición Energética Justa y Sostenible". Consultado en: Ministerio de Minas y Energía (minenergia.gov.co)
- [4] Unidad de Planeación Minero-Energética (2024). "Las mujeres como agentes fundamentales para la Transición Energética Justa". Consultado en: <https://www1.upme.gov.co/Paginas/enfoque-territorial.aspx>
- [5] DANE (2022). "Situación de las Mujeres Rurales en Colombia. Tercera edición. Bogotá, Colombia. Consultado en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas/oct-estadisticas-mujer-rural.pdf>
- [6] Banco Mundial (2022)."Aproximadamente 2400 millones de mujeres en el mundo no tienen los mismos derechos económicos que los hombres". Nota de prensa. Consultado en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2022/03/01/nearly-2-4-billion-women-globally-don-t-have-same-economic-rights-as-men>
- [7] OIT (2022). "Más de 2 millones de madres dejarán de trabajar en 2020, según nuevas estimaciones mundiales". Consultado en: <https://ilo.org/es/blog/over-2-million-moms-left-the-labour-force-in-2020-according-to-new-global-estimates/>
- [8] Kersting, W. H. (2017). "Distribution System Modeling and Analysis". CRC Press, fourth edition.
- [9] Naveen Babu, M. (2023). "Analysis of Radial Distribution Systems Using Particle Swarm Optimization under Uncertain Conditions".
- [10] Luo, L et al. (2017). "Optimal siting and sizing of distributed generation in distribution systems with PV solar farm utilized as STATCOM (PVSTATCOM)"
- [11] Combita-Murcia et al (2024). "Dynamic compensation of active and reactive power in distribution systems through PV-STATCOM and metaheuristic optimization". Results in Engineering, 22.
- [12] Uzun, U. E., Pamuk, N., and Taskin, S. (2022). "Effect of Solar Photovoltaic Generation Systems on Voltage Stability". IEEE Global Energy Conference, GEC 2022, pages 38–41.
- [13] Rincón-Miranda, A et at. (2023). "Simultaneous Integration of DSTATCOMs and PV Sources in Distribution Networks to Reduce Annual Investment and Operating Costs". Computation, 11(7).
- [14] Ebeed, M., et al (2024). "Optimal integrating inverter-based PVs with inherent DSTATCOM functionality for reliability and security improvement at seasonal uncertainty". Solar Energy, 267.
- [15] Kanase, D. B. and Jadhav, H. T. (2024). "Solar PV System and Battery-operated DSTATCOM for Power Quality" Enhancement: A Review.
- [16] Dubravac, M., Znidarec, M., Fekete, K., and Topic, D. (2024). "Multi-Stage Operation Optimization of PV-Rich Low-Voltage Distribution Networks". Applied Sciences (Switzerland), 14(1).

- [17] Kamel, O. M., Diab, A. A. Z., Mahmoud, M. M., Al-Sumaiti, A. S., and Sultan, H. M. (2023) "Performance Enhancement of an Islanded Microgrid with the Support of Electrical Vehicle and STATCOM Systems".
- [18] Devabalaji, K. R. and Ravi, K. (2016). "Optimal size and siting of multiple DG and DSTATCOM in radial distribution system using Bacterial Foraging Optimization Algorithm". Ain Shams Engineering Journal, 7(3):959–971.
- [19] Molina Castro, J., Buitrago, LF, Téllez, S., Giraldo, S., y Zapata, J. (2023). "Comunidades energéticas: Modelos para el empoderamiento de los usuarios en Colombia". ENERLAC, 7(1), 115-125. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). <https://enerlac.olade.org>
- [20] Carlos, J. & Jefferson, P. (2019). "Perspectivas de la energía hidráulica y su impacto en la transición energética de Colombia". Editorial Planas y Cárdenas. <https://repositorio.upb.edu.co/>.
- [21] Cursos Visibles. "Programa de Género y Energía frente a los nuevos desafíos de la transición energética" 2024. Consultado en: <https://capevlac.olade.org/transicion-energetica- justa/courses/programa-de-genero-y-energia-frente-a-los-nuevos- desafios-de-la-transicion- energética/>
- [22] Díaz, E. "Defensora de derechos humanos colombiana desafía el peligro para salvar vidas y apoyar a su comunidad". ACNUR. 2023. Consultado en: <https://www.acnur.org/noticias/historias/defensora-de-derechos-humanos-colombiana- desafía-el-peligro-para-salvar-vidas-y>
- [23] Amin, A., et al (2022). "Techno-Economic Evaluation of Optimal Integration of PV Based DG With DSTATCOM Functionality with Solar Irradiance and Loading Variations". Mathematics, 10(14).
- [24] Sannigrahi, S. and Acharjee, P. (2018). "Maximization of system benefits with the optimal placement of DG and DSTATCOM considering load variations". In Procedia Computer Science, volume 143, pages 694–701. Elsevier B.V.
- [25] Bernal, L. (2025). Lina Bernal, la ingeniera que lidera la transformación energética con propósito en Schneider Electric. Forbes Colombia. Recuperado de <https://forbes.co/2025/05/22/negocios/lina-bernal-la-ingeniera-que-lidera-la-transformacion-energetica-con-proposito-en-schneider-electric/>
- [26] Fundación Pares. (2025). A propósito del #8M: El papel de las mujeres en la Transición Energética Justa en Colombia. Recuperado de <https://www.pares.com.co/post/a- prop%25C3%25B3sito-del-8m-el-papel-de-las-mujeres-en-la-transici%25C3%25B3n- energ%25C3%25A9tica-justa-en-colombia>
- [27] Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (s.f.). Enfoque de género en el sector minero- energético. Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/ambiental-social/enfoque-genero/>
- [28] Universidad EAN. (s.f.). Diseño de un sistema solar fotovoltaico para la comunidad indígena de Puerto Nariño, Amazonas. Repositorio Universidad EAN. Recuperado de <https://repository.universidadean.edu.co/bitstreams/c88873ed-7007-4694-85e8- c1e89de2f8d6/download>
- [29] BID Energía. (2021). Mujeres que energizan: La historia de Blanca Ruiz. Blog del Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/energia/es/mujeres-que- energizan-la-historia-de-blanca-ruiz/>
- [30] Solmic. (s.f.). Paneles solares en zonas rurales: Desarrollo sostenible. Recuperado de <https://www.solmic.co/paneles-solares-en-zonas-rurales>
- [31] Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (s.f.). Lineamientos de política pública con enfoque de género del sector minero-energético. Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co/documents/5800/Lineamientos-de-pol%25C3%25ADtica-p%25C3%25BAblica-con-enfoque-de-g%25C3%25A9nero-del-sector-minero- energ%25C3%25A9tico.pdf>

- [32] FENOGE. (2023). Mujeres que generan Energía. Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía. Recuperado de <https://fenoge.gov.co/mujeres-que-generan-energia/>
- [33] MERL. (s.f.). Mujeres en Energías Renovables Latinoamérica. Recuperado de <https://merlatam.net/>
- [34] Cámara Colombiana de la Energía. (s.f.). Foro Empoderamiento de la Mujer en el Sector Energético. Recuperado de <https://www.ccenergia.org.co/empoderamiento-mujer/>
- [35] UPME. (s.f.). Definición de variables de género en proyectos de infraestructura energética. Unidad de Planeación Minero Energética. Recuperado de https://www1.upme.gov.co/Documents/Enfoque-territorial/Resultados_convenios/1_Definicion_de_variables_de_genero_para_proyectos_de_infraestructura_UTP.pdf
- [36] SENA. (2024). Mujeres aprendices en Electricidad Industrial, listas para velar por la seguridad eléctrica. Servicio Nacional de Aprendizaje. Recuperado de <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=6950>
- [37] OLADE. (s.f.). Avanzando hacia la igualdad: OLADE presenta estudio sobre perspectivas de género en el sector energético de América Latina y el Caribe. Organización Latinoamericana de Energía. Recuperado de <https://www.olade.org/noticias/avanzando-hacia-la-igualdad-olade-presenta-estudio-sobre-perspectivas-de-genero-en-el-sector-energetico-de-america-latina-y-el-caribe/>
- [38] BID Energía. (2022). Las mujeres lideran la transición energética inclusiva en América Latina y el Caribe. Blog del Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/nuevo-podcast-empoderamiento-energetico-las-mujeres-lideran-la-transicion-energetica-inclusiva-en-america-latina-y-el-caribe/>