

# Análisis de la oferta de formación en empleos verdes para apoyar la transición energética justa en Colombia



Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección del Clima,  
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania



Interfaz

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

# Análisis de la oferta de formación en empleos verdes para apoyar la transición energética justa en Colombia

Esta publicación es apoyada por el Proyecto Interfaz IKI, implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y sus contrapartes colombianas, por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección del Clima, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (BMUKN) en el marco de la Iniciativa Climática Internacional (IKI)

Las ideas vertidas en imagen y texto son responsabilidad exclusiva de los autores, para cualquier duda o aclaración relacionada con el contenido, favor remitirse directamente a los mismos.

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

**Publicado por:**

Deutsche Gesellschaft für

Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad

Bonn y Eschborn, Alemania

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

**Proyecto Interfaz IKI**

Sören Kirstein, director Proyecto Interfaz IKI

Andres Oliveros, coordinador técnico  
Proyecto Interfaz IKI

Carolina Nocua, asesora transición energética justa  
Proyecto Interfaz IKI

Laura María García, asesora comunicaciones  
Proyecto Interfaz IKI

Calle 125 # 19-24  
Bogotá, Colombia  
[www.giz.de/en/es/colombia](http://www.giz.de/en/es/colombia)  
E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de/en](http://www.giz.de/en)

**Autora:**

Xiomara Ibeth Stavro Tirado

**Diseño/diagramación:**

PuntoAparte editores

**Fotografías:**

Ministerio de Minas y Energía de Colombia  
[shutterstock.com](https://www.shutterstock.com)

**Por encargo de:**

Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección del Clima,  
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania  
(BMUKN)  
Colombia, 2025

Noviembre 25 de 2024  
Contrato No: 83476837  
Creado por: Xiomara Ibeth Stavro Tirado

Por encargo de:



de la República Federal de Alemania



Interfaz





# Contenido

1	Contexto	8
	1.1 Transición Energética Justa y Empleos Verdes	10
	Escenario Nacional para la Transición Energética Justa	
	Escenario de Transición Energética Justa (TEJ) en la demanda de energía	
	Escenario de Transición Energética Justa (TEJ) en la oferta de energía	
2	Marco regulatorio aplicable	16
3	Análisis de la demanda de empleos verdes en colombia	20
	3.1 Negocios verdes en Colombia	27
	Categorías de Negocios Verdes	
	3.2 Taxonomía verde de Colombia	29
	3.3 Estrategia de Crecimiento Verde	33
4	Perfiles profesionales para apoyar la transición energética justa en colombia	34
	4.1 Sector transporte	38
	4.2 Sector Industria	39
	4.3 Sector residencial y terciario	41
	4.4 Electricidad y FNCER	42

5	Oferta de formación de empleos verdes del sena para apoyar la transición energética justa en colombia	46
	5.1 Sector transporte	50
	Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) sector transporte .	
	Oferta de Formación	
	5.2 Sector Industria	52
	Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) sector industria	
	Oferta de Formación	
	5.3 Sector residencial y terciario	55
	Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) sector residencial y terciario	
	Oferta de Formación	
	5.4 Electricidad y FNCER	58
	Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) sector FNCER	
	Oferta de Formación	
6	Oferta de formación de empleos verdes requerida por sena para apoyar la transición energética justa en colombia	60
	6.1 Sector transporte	64
	6.2 Sector Industria	64
	6.3 Sector Residencial y terciario	65
	6.4 Sector Electricidad y FNCER	65
7	Conclusiones y recomendaciones	66
	Referencias	71
	Anexo 1. Tabla comparativa de los perfiles profesionales más solicitados según los escenarios de la TEJ y oferta educativa SENA	74

# Resumen ejecutivo

La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo, apoya al Gobierno de la República Federal de Alemania en la implementación de sus objetivos de cooperación internacional para el desarrollo sostenible. En 2024, inició el proyecto global “Interfaz IKI II, con el propósito de apoyar a Colombia en la implementación de sus metas climáticas, energéticas y de biodiversidad con enfoque de género”, por encargo del Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima de Alemania (BMWK) de la República Federal de Alemania. Este proyecto es implementado por GIZ, en cooperación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), el Ministerio de Minas y Energía (Minenergía), el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Mincomercio), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y otras instituciones relevantes. El nuevo proyecto se desarrolla en un contexto donde la conservación de la biodiversidad es uno de los desafíos más importantes junto con la lucha contra el cambio climático.

El proyecto “Interfaz IKI II” tiene como objetivo general, fortalecer la implementación de los objetivos de Colombia en materia de clima, Transición Energética Justa (TEJ), género y biodiversidad, abordando la Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC por su sigla en inglés), la Ley de Acción Climática, la estrategia de largo plazo (LTS), la NBSAP y la estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del país.

El Output 1 busca fortalecer las condiciones habilitantes en cambio climático y la Transición Energética Justa, con enfoque de género. El Output 2 busca promover operaciones bajas en carbono y resilientes al clima en

los sectores de la industria y minero-energético, teniendo en cuenta también la gestión sostenible de la biodiversidad. En el Output 3 se fortalecen condiciones habilitantes para la biodiversidad de Colombia en línea con el Marco Global de Biodiversidad (GBF). En el Output 4 se promueve el trabajo en red para apoyar la política de cambio climático, Transición Energética Justa (TEJ) y biodiversidad de Colombia con Alemania, socios internacionales y entre proyectos de IKI.

Esta consultoría contribuirá al logro del Output 1 del proyecto Interfaz IKI II que busca fortalecer las condiciones habilitantes en cambio climático y la transición energética justa, con enfoque de género, específicamente el paquete de trabajo 1.4 Avances en la aplicación de una transición energética justa.

El proyecto Interfaz IKI trabajará junto con Minenergía y otros actores clave en la construcción de políticas para una transición energética justa en un proceso participativo, utilizando un enfoque de abajo hacia arriba para construir sobre la noción de “justicia” como pivote para el desarrollo local. El objetivo es contribuir al desarrollo de un marco para una transición justa que aborde las implicaciones políticas, económicas y sociales de la transición a un nuevo sistema energético, facilitando diálogos para garantizar una transición justa para las comunidades más dependientes del carbón como primer paso. Y en línea con el concepto de justicia, se debe trabajar en el desarrollo de capacidades en la población para generar habilidades que apoyen el despliegue de energías renovables y el desarrollo de comunidades energéticas, donde los empleos verdes cobran gran importancia.

Los empleos verdes reducen el impacto ambiental de las empresas y de los sectores económicos aumen-

tando la eficiencia del consumo de energía, de materias primas y del agua, descarbonizando la economía y reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero, minimizando o evitando cualquier forma de residuo y contaminación, restaurando los ecosistemas y la biodiversidad, y permiten adaptarse al cambio climático.

Así pues, el objetivo principal de esta consultoría es analizar la oferta de formación en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en empleos verdes para apoyar la transición energética justa en Colombia. El estudio se plantea tres objetivos específicos: a) Realizar un mapeo de los perfiles profesionales más solicitados en el sector de energías renovables eficiencia energética, y comparar esta información con los programas educativos disponibles en el SENA; b) Determinar cuáles son las habilidades y conocimientos más demandados en el mercado laboral verde colombiano que no están siendo cubiertos por la oferta formativa actual y c) Analizar lo planteado en los documentos de Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa para identificar las formaciones faltantes.

La temática que hace parte de esta consultoría, contextualiza en el capítulo 1 sobre la Transición Energé-

tica Justa en Colombia y la relevancia de la generación de empleos verdes bajo el concepto de justicia. Posteriormente, en el capítulo 2, se hace una breve descripción del marco regulatorio aplicable a los empleos verdes. El capítulo 3, describe los principales sectores con mayor potencial de creación de empleos verdes teniendo en cuenta el Plan Nacional de Negocios Verde, la Taxonomía Verde de Colombia y la Estrategia de Crecimiento verde, que sirven de referente para la posterior identificación de los perfiles profesionales más solicitados en los sectores de bioeconomía, economía circular, turismo, construcción y movilidad sostenible, y demás sectores relevantes que se presentan el capítulo 4. Avanzando hacia el capítulo 5 se encontrará el análisis de los programas de educación en empleos verdes ofrecidos por el SENA, tanto en su oferta de formación como en su formación por competencias laborales y finalmente, se presenta en el capítulo 6 el análisis de los principales perfiles habilidades y conocimientos más demandados en el mercado laboral verde colombiano que no están siendo cubiertos por la oferta formativa actual de SENA o que deben reestructurarse para atender las necesidades demandadas por el mercado laboral, teniendo en cuenta lo planteado en la hoja de ruta de la TEJ en Colombia.





# Contexto



## Transición Energética Justa y Empleos Verdes

La transición hacia modelos de crecimiento verde involucra a todas las dimensiones del desarrollo y significa el reacomodamiento de todos sus factores incluyendo el factor del trabajo. El mercado laboral será sin duda uno de los receptores de grandes cambios que tienen que ver con volumen y calidad de la fuerza laboral, pues las nuevas tendencias requerirán no solo nuevas aptitudes y capacidades, sino la creación o eliminación de puestos de trabajo indistintamente de la condición legal o posición laboral. Es por tanto, deber de los Estados garantizar que el tránsito hacia nuevos escenarios económicos contemple la inclusión de condiciones laborales decentes y justicia social para los trabajadores.

Sobre los nuevos escenarios económicos bajos en carbono o descarbonizados, organismos como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), considera que la generación neta de empleo será positiva, dado que se espera que el desarrollo de sectores amigables con el medio ambiente aporte más empleos que los que serán potencialmente destruidos, sin embargo es un aspecto de la dinámica económica y social que debe tramitarse y gestionarse en las agendas públicas ya que la transición justa es una dimensión nueva y emergente que requiere un tratamiento multifactorial por parte de los gobiernos para que sea exitosa. Por tanto, en este empeño deben involucrarse no solo los sectores públicos sino los sectores privados demandantes de trabajo, que tienen la responsabilidad compartida en términos de la calidad de las condiciones laborales, y los trabajadores.

Cálculos iniciales de la agencia de las Naciones Unidas para el mundo del trabajo estiman que la acción para alcanzar los objetivos de París crearía 24 millones de empleos en generación de energía limpia, vehículos eléctricos y eficiencia energética, y provocaría la pérdida de unos 6 millones de empleos, lo que supone una ganancia neta de 18 millones de empleos. Así mismo, el último informe de la Nueva Economía del Clima llega a la conclusión de que una acción por el clima ambiciosa provocaría una ganancia neta de 37 millones de empleos en toda la economía mundial para el año 2030.

De otro lado, la secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CM-NUCC) ha identificado 1.470 millones de empleos en sectores fundamentales para la estabilidad climática de los cuales la agricultura podrían representar 1.000 millones, el sector del transporte 88 millones y la energía 30 millones. Recalca que la transición justa significa entender las repercusiones cuantitativas y cualitativas para que todos los empleos de la nueva economía sean decentes, contribuyendo a unas comunidades prósperas y resilientes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, Anthesis Lavola, 2020).

La Transición Energética Justa es un proceso clave para la lucha contra el cambio climático, que implica la transformación de los sistemas energéticos actuales en un modelo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), más justo y sostenible.

La Transición Energética Justa que adelanta el Gobierno de Colombia se fundamenta en cuatro pilares:

1. Equidad y democratización: incluir la justicia social, ambiental y energética, un mayor respeto a los ecosistemas y sus habitantes, una mejor distribución de cargas y beneficios, así como mayor democracia respecto a la propiedad, la gestión y la toma de decisiones en los procesos de transición energética.
2. Gradualidad, soberanía y confiabilidad: donde aplique, se buscará la sustitución progresiva y pertinente de la matriz actual por una más limpia y eficiente, asegurando el suministro energético y propendiendo por una creciente seguridad y autosuficiencia energética nacional.
3. Participación social vinculante: dar mayor incidencia a las personas y comunidades afectadas, tanto históricamente por los proyectos del sector mineroenergético, como por la transición energética, de diversas formas.

4. Intensiva en conocimiento: apalancarse en los procesos de transición energética para reactivar el aparato industrial y agropecuario de Colombia, creando alternativas laborales y económicas y facilitando la superación del modelo económico extractivista.

La Transición Energética Justa es un concepto que busca incorporar preocupaciones de justicia y equidad en el proceso de transición hacia una economía de bajo carbono. Se refiere a la necesidad de garantizar que la adopción de fuentes de energía más sostenibles no tenga efectos negativos en los trabajadores y las comunidades vulnerables, y que se aborden las desigualdades históricas en el acceso a la energía y los beneficios económicos asociados. A lo largo del tiempo, este concepto ha evolucionado y ha sido adoptado por diferentes discursos y marcos políticos en todo el mundo (García-García, Carpintero, & Buendía, 2020).

Las transiciones energéticas justas tienen como común denominador el desarrollo de estrategias y programas de reconversión laboral y productiva que permita la salida y transformación de las economías y capacidades laborales de la actividad extractiva directa, y de la industria y comercio que se ha generado alrededor de las fósiles. Algunas de las acciones

comunes en la reconversión laboral incluyen la implementación de programas de formación y educación, el apoyo financiero para la transición, el fomento de la creación de empleo verde y la participación de los actores locales. Los programas de formación y educación brindan oportunidades de capacitación para los trabajadores de la industria de los combustibles fósiles, proporcionándoles las habilidades necesarias para empleos en sectores de energía renovable y eficiencia energética. Esto les permite adaptarse a las nuevas demandas del mercado laboral (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

La creación de empleo verde es otro aspecto importante de las transiciones energéticas justas. Se busca promover la generación de empleos en sectores relacionados con las energías renovables, como la instalación y el mantenimiento de parques eólicos y solares, la fabricación de equipos y componentes de energía limpia y la mejora de la eficiencia energética de los edificios (OIT, 2015).

Una transición justa implica garantizar la confianza de los trabajadores, ofreciendo oportunidades laborales en sectores renovables y evitando que queden abandonados o afectados negativamente (World Bank, 2021).





Escenario Nacional para la Transición Energética Justa

La Hoja de Ruta de Transición Energética Justa de Colombia, orienta la transformación social, ecológica, económica y tecnológica que implica el tránsito de sistemas energéticos basados predominantemente en combustibles fósiles hacia aquellos con un mayor protagonismo de las energías renovables, a la vez que se transita hacia una economía reindustrializada y cada vez menos dependiente económica y fiscalmente de las exportaciones de combustibles fósiles

En esta hoja de ruta se modelan tres escenarios para la transformación de diferentes sectores hacia la descarbonización:

- I. un escenario tendencial, que representa la inercia del sistema;
- II. (un escenario de medidas en implementación, que representa la trayectoria en la que está encaminado el sector energético con las políticas que estaban en implementación hasta junio de 2022; y
- III. un escenario TEJ que plantea políticas adicionales para alinear dicha trayectoria con el cumplimiento de los compromisos climáticos del país contemplados en la E2050, y representar las diferentes apuestas hacia la reindustrialización, la justicia social y ambiental y la superación gradual del extractivismo. (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

A continuación, se presentan el análisis del escenario nacional para la Transición Energética Justa en la demanda de energía (sector transporte, sector industrial, sector residencial y terciario) y en la oferta de energía (sector electricidad y fuentes no convencionales de energías renovables). Bajo este escenario de Transición Energética Justa, se desarrollará el análisis de la presente consultoría, teniendo en cuenta los perfile, habilidades y competencias que se demandan en los sectores propuestos por la TEJ tanto en la demanda como en la oferta de energía.

Escenario de Transición Energética Justa (TEJ) en la demanda de energía Sector transporte

El transporte es un sector con un alto potencial de transformación y descarbonización debido a su alto consumo energético, el cual ha estado históricamente dominado por los combustibles fósiles. La TEJ se ha planteado supuestos e hitos para lograr la descarbonización de forma progresiva del sector transporte, los cuales se muestran en la figura 1.

La transición hacia una movilidad más sostenible y la adopción de vehículos eléctricos está en el centro de la agenda global en la actualidad. A medida que los países de todo el mundo se esfuerzan por reducir sus emisiones de carbono y promover la movilidad con cero emisiones, se ha intensificado el enfoque en la electrificación del sector del transporte. Colombia no ha sido ajena al proceso de transición hacia las energías limpias y la electromovilidad, siendo uno de los principales países en el desarrollo de medidas que fomenten la electromovilidad en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

En el marco de la TEJ las estrategias con potencial de generación de empleo en el sector transporte están relacionadas con: (Ministerio de Minas y Energía, 2024)

- Desarrollo de infraestructura
- Reconversión vehicular/movilidad eléctrica
- Desarrollo urbano de ciudades inteligentes
- Industrias asociadas a la movilidad eléctrica (ensamblaje y fabricación)
- Mantenimiento de vehículos eléctricos.

Figura 1. Principales supuestos e hitos considerados para el sector transporte en el Escenario TEJ

2020-2030	Electromovilidad	Reconversión (retrofit) y renovación de flotas. Infraestructura para e-veh.
	Eficiencia energética	Gestión de la demanda del transporte y conducción eficiente.
	Gas y biocombustibles	Gas y biocombustibles como energéticos de transición.
	Impulso al cambio de modal	Transporte público, no motorizado.
2030-2040	Aceleración de infraestructura	Aceleración de infraestructura de carga eléctrica en todo el país.
	Políticas e incentivos	Políticas e incentivos para la electromovilidad para transporte terrestre, férreo y fluvial.
	Entrada de SAF	Entrada de SAF en el mercado (primera planta en Colombia).
	Movilidad no motorizada	Movilidad no motorizada toma fuerza cambio de modal. Entrada de flotas (e- buses/BRT).
2040-2050	Transporte multimodal	Terrestre-férreo-fluvial-marítimos para carga y pasajeros.
	Electromovilidad	Electromovilidad de vehículos pesados de carga.
	SAF aumenta	SAF aumenta la producción y % de mezcla con segunda planta.
	Uso de hidrogeno	Uso de amoniaco y metanol para marítimo. Transporte intercontinental de hidrogeno.

Fuente: (Ministerio de Minas y Energía 2024), Elaboración propia

Sector Industria

En este sector las estrategias de la TEJ están asociadas principalmente a las reconversiones tecnológicas enfocadas a los cambios en equipos industriales que utilizan combustibles fósiles para la generación de energía y, a un proceso de reindustrialización que estará mediado por múltiples y diversos sectores de la economía. Posiblemente, las industrias que impulsen parte de la

reindustrialización y que están relacionadas con el sector minero-energético y con las estrategias planteadas en el escenario TEJ, se asocien a la producción de autopartes, el aprovechamiento de baterías, las cadenas del posconsumo de diferentes residuos, fabricación de insumos y electrodomésticos para el sector residencial y terciario y, por supuesto, al despliegue tecnológico alrededor de las FNCER (Principalmente biomasa, biogás, e hidrógeno). (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Figura 2. Principales supuestos e hitos considerados para el sector Industria en el Escenario TEJ

2020-2030		2030-2040		2040-2050	
Reducción	del consumo de carbón en industrias que permitan su sustitución.	Despliegue	de equipos eléctricos para sustitución de tecnologías que consumen fósiles.	Electrificación	de múltiples procesos en todas las industrias
Incremento	del consumo de gas natural para sustitución de derivados del petróleo.	Uso	directo de hidrógeno en algunos procesos de calor directo.	Disminución	del gas natural.
Aumenta	la cobertura de GLP para sustitución de líquidos en zonas sin red natural.	Uso	de biogás en industrias con potencial de generación.	Uso	de hidrogeno como insumo en procesos productivos.
Incremento	de biomasa y residuos para sustitución de carbón.	Sustitución	del 100% del carbón.	Uso	de biogás en industrias cercanas a las productoras a través de microrredes.
Implementación	de estrategias de eficiencia energética en el 40% de la industria.	Actualización	tecnológica de equipos ineficientes	Aumento	en el consumo del sector por reindustrialización.

Fuente: (Ministerio de Minas y Energía, 2024), Elaboración propia

Sector residencial y terciario

La Transición Energética Justa deberá, en primer lugar, garantizar la cobertura de energéticos y la disponibilidad de tecnologías eficientes para satisfacer las necesidades tanto de la población en zonas urbanas como en las zonas rurales y rurales dispersas. En segundo lugar, el país debería transitar gradualmente hacia una descarbonización del sector residencial urbano, siendo éste el sector con mayor facilidad en el reemplazo de combustibles fósiles en el largo plazo. El sector

terciario es actualmente el sector menos intensivo en consumo en energía, ya que las actividades comerciales y públicas consumen principalmente electricidad, por lo tanto, los supuestos para este sector están más orientados a la implementación de nuevas tecnologías o mejoras en las eficiencias de las tecnologías existentes. La figura 3 presenta un resumen de los hitos propuestos para la Transición Energética Justa en el sector residencial terciario y los cambios resultantes en la demanda por cada energético. (Ministerio de Minas y Energía, 2024)

Figura 3. Principales supuestos e hitos considerados para el sector residencial y terciario en el Escenario TEJ

2020-2030	2030-2040	2040-2050
Infraestructura para estufas de inducción para edificaciones nuevas urbanas.	Conversión de estufas de inducción. Meta 15% de hogares urbanos.	Inicia conversión gradual a estufas de inducción en el resto de los hogares.
Aumenta cobertura en gas natural planeado en PND y hasta 2030.	Aproximadamente 11 millones de hogares cocinan con gas natural.	Entre 4 a 5 millones de hogares aún cocinan con gas natural.
Aumenta cobertura en GLP planeado 2030.	Reemplazo gradual de GLP por electricidad en zonas urbanas.	Reemplazo gradual de GLP en zonas rurales con acceso a redes de electricidad.
Meta 100% cobertura de electricidad en ZNI.	Aumenta calidad del servicio ZNI.	Cocción solas y biogás en ZNI disperso.

Fuente: (Ministerio de Minas y Energía, 2024), Elaboración propia

Escenario de Transición Energética Justa (TEJ) en la oferta de energía Electricidad y FNCER

La Transición Energética Justa incorpora las preocupaciones de las comunidades, propone un uso razonable y justo de los territorios con abundancia de FNCER de manera que se da una descentralización del despliegue de estas tecnologías en todas las áreas del país con potencial, prioriza la participación comunitaria para el desarrollo de proyectos en torno a diferentes energéticos y resalta el papel que juega la participación de usuarios generando su propia energía, todo esto garantizando las condiciones técnicas que garantizan un sector eléctrico operable y suficiente.

Las principales fuentes de energías consideradas para la modelación del escenario de la Transición Energética Justa son: Generación Solar Distribuida, Eólica, Hidrogeneración a filo de agua y Geotermia.

En el escenario TEJ, Colombia tendría que multiplicar por cerca de cinco veces su capacidad instalada en

comparación con la existente. Dicho crecimiento tendría tres etapas que sobresalen. En la primera, que se está dando en la actualidad y culminaría en 2030, se espera duplicar la capacidad de generación de energía, incremento logrado principalmente a partir de la incorporación de nuevos proyectos solares fotovoltaicos, eólicos y la generación distribuida, a través de la promoción e implementación de comunidades energéticas.

Entre 2030 y 2040, empezarían a incorporarse nuevos energéticos como la geotermia y el viento costa afuera. La bioenergía, a través del aprovechamiento de la biomasa y biogás para la producción de energía eléctrica, crecería, apalancándose en un uso efectivo a los residuos agrícolas, pecuarios, urbanos e industriales.

Para la siguiente década, entre 2040 y 2050, ante la creciente demanda de energía eléctrica, se requeriría una nueva entrada masiva de capacidad de generación, como es la configuración de energía solar fotovoltaica con almacenamiento en baterías y las pequeñas centrales hidroeléctricas (Ministerio de Minas y Energía, 2024).



# Marco regulatorio aplicable



### Normativa asociada a los empleos verdes en Colombia

- **CONPES 3934 de 2018.** Política de Crecimiento Verde. Tiene como propósito impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegura el uso sostenible de la riqueza natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima.
- **Estrategia Nacional de Economía Circular 2018.** Busca promover la innovación y la generación de valor en sistemas de producción y consumo a través de optimizar, compartir, intercambiar, reciclar y regenerar materiales, agua y energía. Todo lo anterior mientras se incentiva a empresas, consumidores y otros actores de cadenas de valor para que desarrollen e implementen nuevos modelos de negocio y transforman los sistemas de producción y consumo existentes.
- **Ley 1264 de 2019.** Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones. Concretamente, la mencionada ley propone el diseño e implementación de políticas públicas orientadas a establecer estándares regulatorios y técnicos para la comercialización y operación de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones desde parámetros de mitigación y adaptación; metas de renovación de vehículos de carga; así como la promoción de instrumentos financieros que incentiven el ingreso de vehículos eléctricos, creando el Fondo para la promoción de ascenso tecnológico.
- **Estrategia Nacional de Bioeconomía 2020.** Propone aportar soluciones al gran reto de generar crecimiento sostenible para Colombia biodiversa, productiva y equitativa.
- **Ley 2068 de 2020.** Por el cual se modifica la Ley General de Turismo y se dictan otras disposiciones. Turismo sostenible.
- **Ley 2099 de 2021.** Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras dis-

posiciones. Esta ley cambia algunos aspectos de la Ley 1715 de 2014, modificando y ampliando su objetivo. Puntualmente, la ley define el hidrógeno verde y la geotermia como FNCER, al hidrógeno azul como una fuente no convencional de energía, y abre la ventana para la identificación y potencialización de proyectos para reducir las emisiones de GEI. Así también, la ley indica que todas estas tecnologías podrán aplicar a los beneficios consignados en la Ley 1715 de 2014; al tiempo que fortalece el Fenoge ampliando su fuente de recursos y proyectos de financiación, y le asigna la responsabilidad de la creación de una plataforma de información para el registro de proyectos de FNCER y gestión eficiente de la energía (GEE). En cuanto a geotermia, la ley desarrolla medidas para la promoción de exploraciones e investigaciones, y crea el Fondo Único de Soluciones Energéticas con el objeto de articular diferentes fuentes de recursos para financiar acciones de mejora de la calidad del servicio e incrementar la cobertura energética, sustituyendo los actuales fondos eléctricos y de gas. Por último, la mencionada ley establece incentivos a la movilidad eléctrica y lineamientos para la adopción de programas para promover la masificación del uso de vehículos de cero y bajas emisiones.

- **Ley 2169 de 2021.** Esta ley tiene como objetivo promover el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono-neutralidad y resiliencia climática. Anticipar las futuras disrupciones en el mercado laboral como consecuencia de la transformación del aparato productivo a lo largo de la transición verde es clave para asegurar que dicha transición no solo sea sostenible sino también justa e inclusiva. Las medidas tienen como objetivo contribuir a la meta de reducir las emisiones de GEI a nivel nacional en un 51 % para 2030 y llegar a la carbono neutralidad a 2050, respecto al escenario planteado en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). De igual forma, esta Ley establece la obligación a todas las entidades del orden nacional de establecer planes para alcanzar la carbono neutralidad en sus sedes principales al 2030. Por otra parte, crea la Comisión de Estudio para la promoción y el desarrollo de los mercados

de carbono en el país y ordena al Gobierno nacional desarrollar las condiciones, criterios, y el marco institucional, requerido para el fortalecimiento de estos mercados.


- **CONPES 4023 de 2021.** Política para la Reactivación, la Repotenciación y el Crecimiento Sostenible e Incluyente: nuevo compromiso por el futuro de Colombia. Promoción de la economía circular fomento de la innovación, educación y cultura ambiental, así como el establecimiento de metas en materia de crecimiento económico, empleo, reducción de pobreza, desigualdad y la protección del medio ambiente. Entre estas se destacan el análisis de las modificaciones requeridas en el Fondo Especial Cuota de Fomento de gas natural para mejorar el uso de los recursos disponibles para la ejecución de proyectos de ampliación de cobertura (redes y conexiones) de gas. Adicionalmente, el documento

incorporó acciones frente al diseño e implementación de la estrategia para el desarrollo y consolidación del conocimiento geo-científico, y la diversificación de la exploración y explotación de recursos mineros energéticos; así como la implementación de estrategias para hacer más eficientes los procesos de consulta previa y estrategias de relacionamiento social y articulación nación territorio con los actores que intervienen en la entrada de proyectos de explotación de minerales e hidrocarburos.

- **CONPES 4075 de 2022.** Política de transición energética. Busca consolidar el proceso de transición energética del país a través de la formulación e implementación de acciones y estrategias intersectoriales que fomenten el crecimiento económico, energético, tecnológico, ambiental y social del país con el fin de avanzar hacia su transformación energética.







# **Análisis de la demanda de empleos verdes en Colombia**

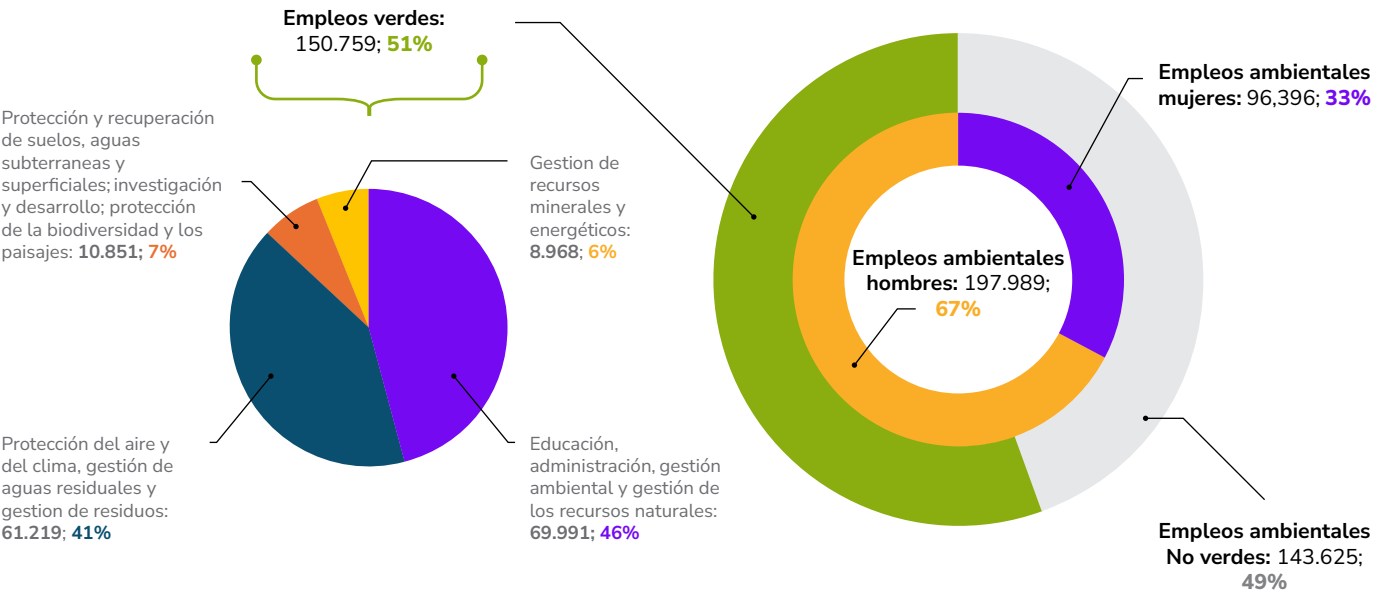


El proceso de transición a una economía verde ha dado lugar al término de empleos verdes que, según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), son empleos decentes que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente ya sea en los sectores tradicionales como la manufactura o la construcción o en nuevos sectores emergentes como las energías renovables y la eficiencia energética. En general, los empleos verdes permiten aumentar la eficiencia del consumo de energía y materias primas, limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, minimizar los residuos y la contaminación, proteger y restaurar los ecosistemas, y contribuir a la adaptación del cambio climático.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) en su Cuenta Ambiental y Económica de las Actividades Ambientales y Transacciones Asociadas (CAE-AATA) reporta un total de 150.759 empleos verdes en el periodo 2022 – 2023 representados principalmente en las actividades de educación, administración y gestión ambiental y gestión de los recursos naturales, así como protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos, las actividades de gestión de recursos minerales y energéticos, según este informe tienen aún una baja participación del total de empleos verdes reportados.



Figura 4. Empleos asociados a las actividades ambientales (verdes y no verdes)

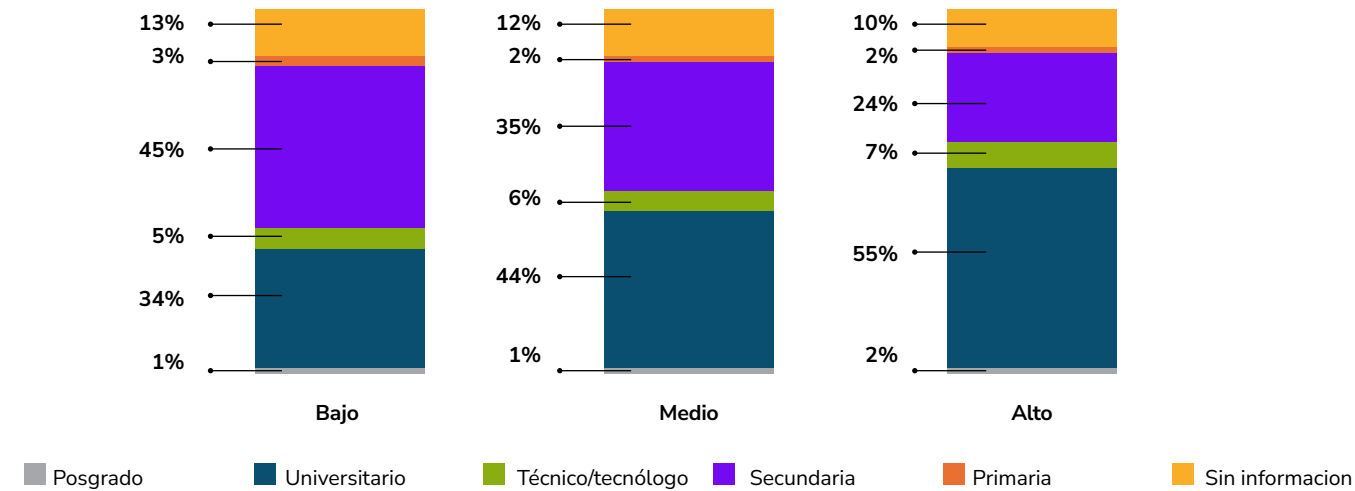


Fuente: (DANE, 2024), Elaboración propia

Según un estudio realizado por la Universidad del Rosario, se estimó un número total de vacantes de 270.631 descargadas de portales web en el periodo febrero a agosto de 2023. Teniendo en cuenta el indicador GOJI (Greenness-of-Jobs-Index, índice basado en tareas que mide la proporción de tareas verdes en una ocupación

determinada), del total de las vacantes estimadas, Colombia cuenta con un 12,6% de vacantes con potencial verde alto, 45,4% de vacantes con potencial verde medio y 42% de vacantes con potencial verde bajo. La figura muestra el nivel de educación requerido de vacantes con potencial verde en cada categoría.

Figura 5. Nivel de educación en cada categoría por potencial verde

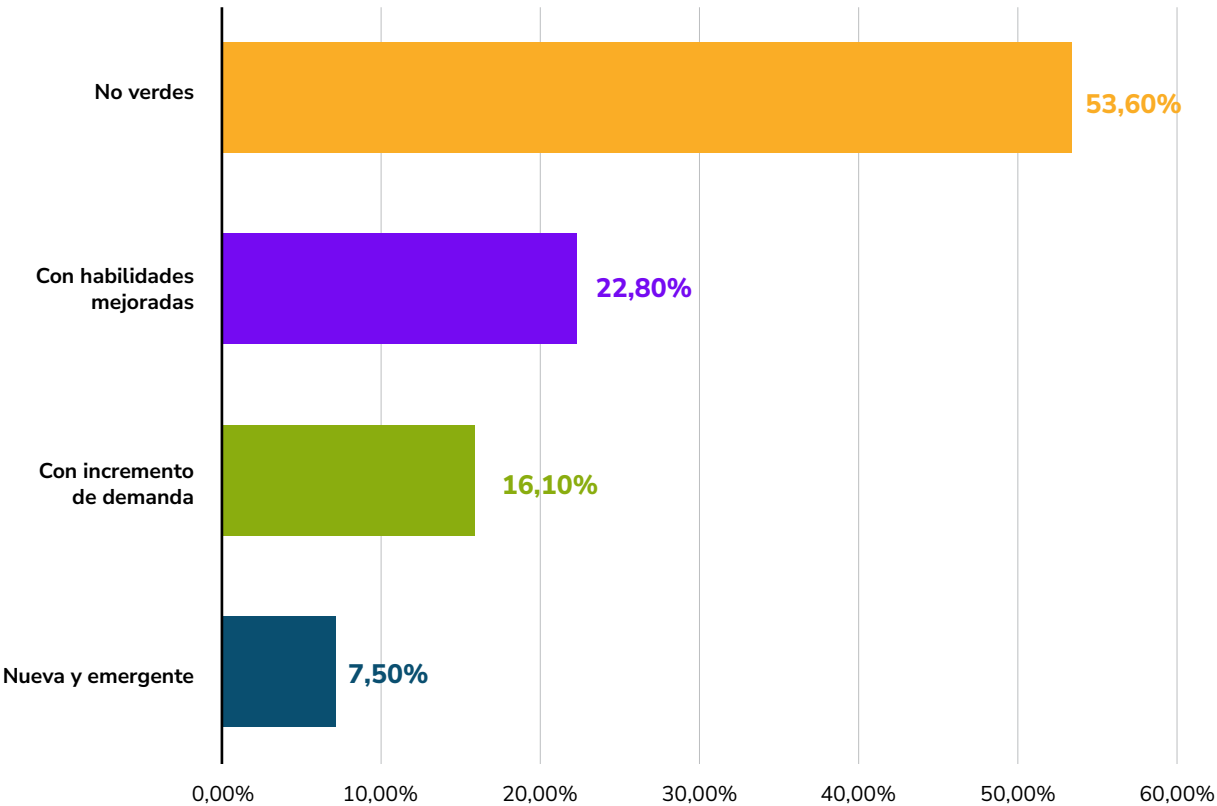


Fuente: (García-Suaza, 2023), Elaboración propia

Si bien el GOJI ofrece una medida continua del nivel de potencial verde de las ocupaciones existen clasificaciones alternativas que pueden ser para análisis de la evolución del mercado laboral. En particular Occupational Information Network (O\*NET) propone una clasificación

de empleos verdes de acuerdo con cuatro tipos: empleos verdes nuevos y emergentes, empleos verdes con habilidades mejoradas y empleos verdes con incremento de demanda. Aquellas ocupaciones que no se clasifican en estos grupos son consideradas como no verde.

Figura 6. Proporción de empleos según categorías de la O\*NET



Fuente: (García-Suaza, 2023), Elaboración propia

En cuanto a las ocupaciones, la tabla 1 muestra el porcentaje de participación de algunas ocupaciones según su potencial verde alto, medio o bajo. Ocupaciones con niveles universitarios, específicamente en las áreas de ciencia e ingeniería presentan un mayor porcentaje de participación en la categoría de poten-

cial verde alto, las áreas de finanzas, comercio, administración y servicios, representan un potencial verde medio y áreas como conductores, vendedores de tiendas, personal de servicio y en general ocupaciones que no requieren un nivel educativo avanzado, presentan un potencial verde bajo.

Tabla 1. Ocupaciones por tipo de potencial verde









Potencial alto		Potencial Medio		Potencial bajo	
Ocupación	%	Ocupación	%	Ocupación	%
Ingenieros	24,7	Agricultores y trabajadores calificados de jardines y cultivos para el mercado	16,8	Comerciantes y vendedores de tiendas y almacenes	12,7
Supervisores en ingeniería de minas, de industrias manufactureras y de la construcción	19,1	Peones de la minería y la construcción	11	Limpiadores y asistentes domésticos	10,2
Arquitectos, urbanistas, agrimensores y diseñadores	18,6	Oficiales y operarios de la construcción	7,3	Conductores	8,0
Directores de producción agropecuaria, silvicultura y pesca	16,3	Agentes comerciales y corredores	5,8	Peones agropecuarios, pesqueros y forestales	5,9
Directores de industrias manufactureras, de minería, construcción y distribución	12,8	Gerentes de comercios al por mayor y al por menor	5,7	Personal de los servicios de protección	3,9
Ingenieros en electrotecnología	6,5	Mecánicos y reparadores de máquinas	5,0	Peluqueros y afines, Conductores de camiones pesados y autobuses, Oficinistas generales, Vendedores callejeros y de puestos de mercado y Ayudantes de preparación de alimentos	2,0
Físicos, químicos y afines	2,3	Especialistas en finanzas,	4,1		
		Criadores pecuarios calificados de la cría de animales para el mercado y afines	3,5		
		Directores de administración y servicios	3,0		
		Reparadores de equipos eléctricos	3,0		

Fuente: (García-Suaza, 2023), Elaboración propia

Negocios verdes en Colombia

Los negocios verdes son actividades económicas en las que se ofertan bienes que generan impactos ambientales positivos y además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio. La tabla se presenta el porcentaje de participación de sectores en el total de negocios verdes verificados en Colombia, siendo los sectores de Biocomercio y aprovechamiento y valorización quienes cuentan con mayor participación. Lo anterior evidencia un gran potencial para los sectores de transporte sostenible, construcción sostenible y Fuentes no Convencionales de Energía Renovables, los cuales presentan a la fecha una baja participación con el 0,03%, 0,7% y 1% respectivamente, en el total de negocios verdes en Colombia, perfilando estos sectores como prioritarios para el desarrollo de oferta de formación y de competencias laborales que supla las necesidades de empleos emergentes o con habilidades mejoradas.

Tabla 2. Participación de sectores en el total de negocios verdes verificados en Colombia

Sector	Porcentaje	
Biocomercio	29 %	
Aprovechamiento y valorización de residuos	13,9%	
Otros bienes /servicios verdes sostenibles	2,6%	
Negocios para la restauración	1,5%	
Fuentes no convencionales de energía renovable	1%	
Construcción sostenible	0,7%	
Transporte sostenible	0,03%	
Mercado voluntario	0,1%	

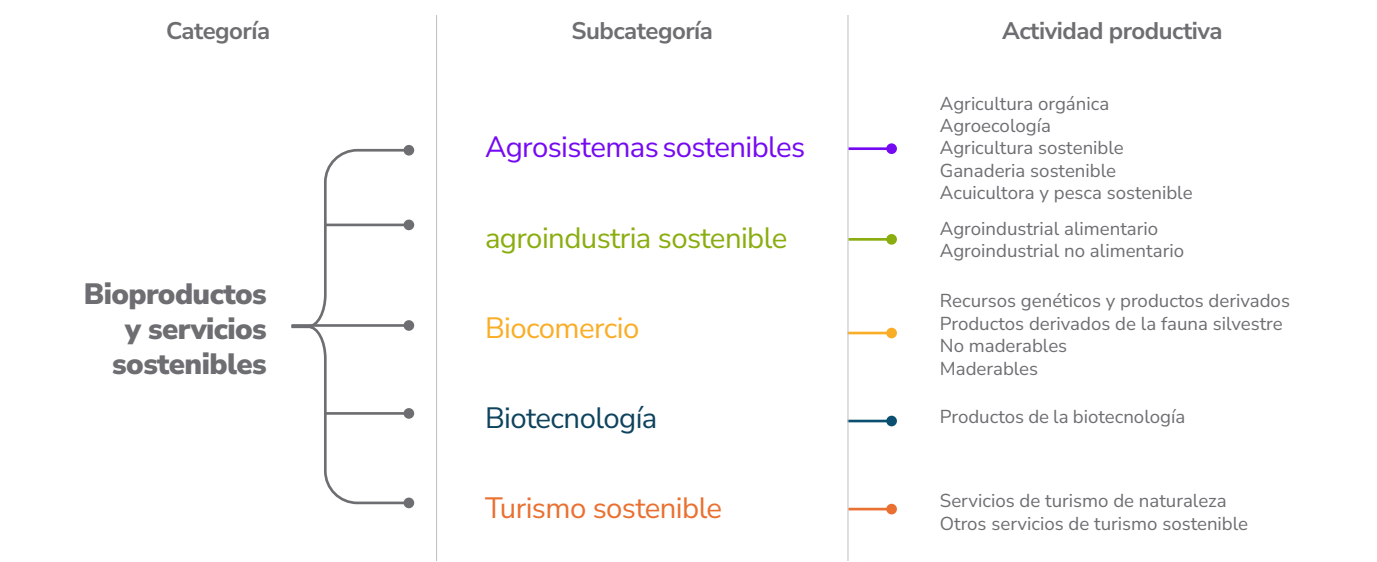
Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022), Elaboración propia



Categorías de Negocios Verdes

- **Bioproductos y servicios sostenibles:** En esta categoría se encuentran todas las actividades de negocios verdes originados a partir de la transformación y aprovechamiento de recursos de fuente natural renovable.

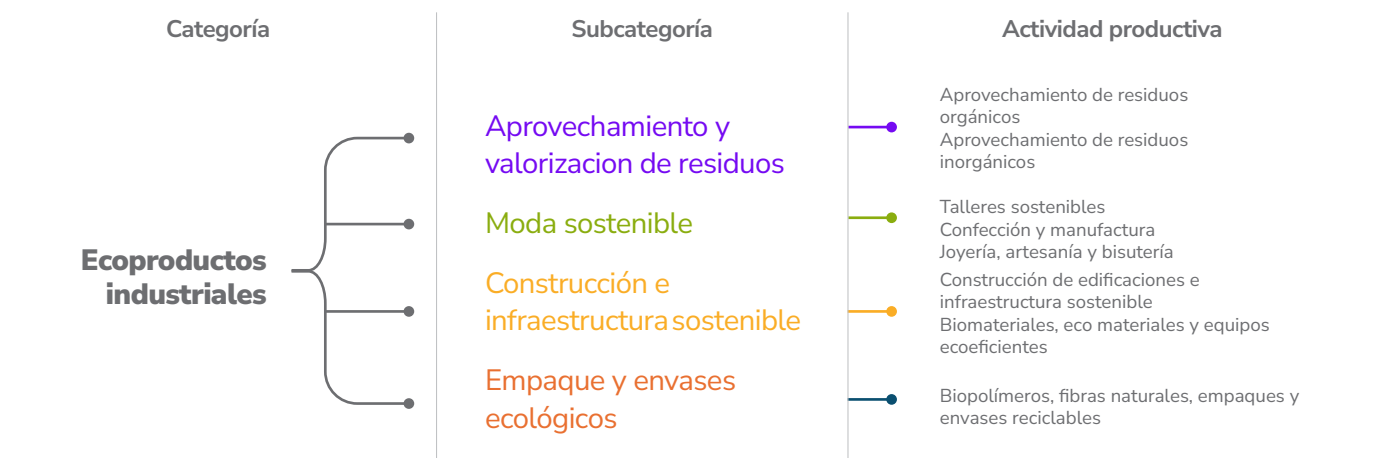
Figura 7. Actividades productivas asociadas a la categoría de bioproductos y servicios sostenibles



Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022), Elaboración propia

- **Ecoproductos industriales:** En esta categoría se encuentran todas las actividades de negocios verdes que desarrollan procesos de innovación a partir de la transformación y aprovechamiento de residuos, las actividades industriales sostenibles y la sustitución de insumos de origen petroquímico por insumos de fuentes naturales renovables.

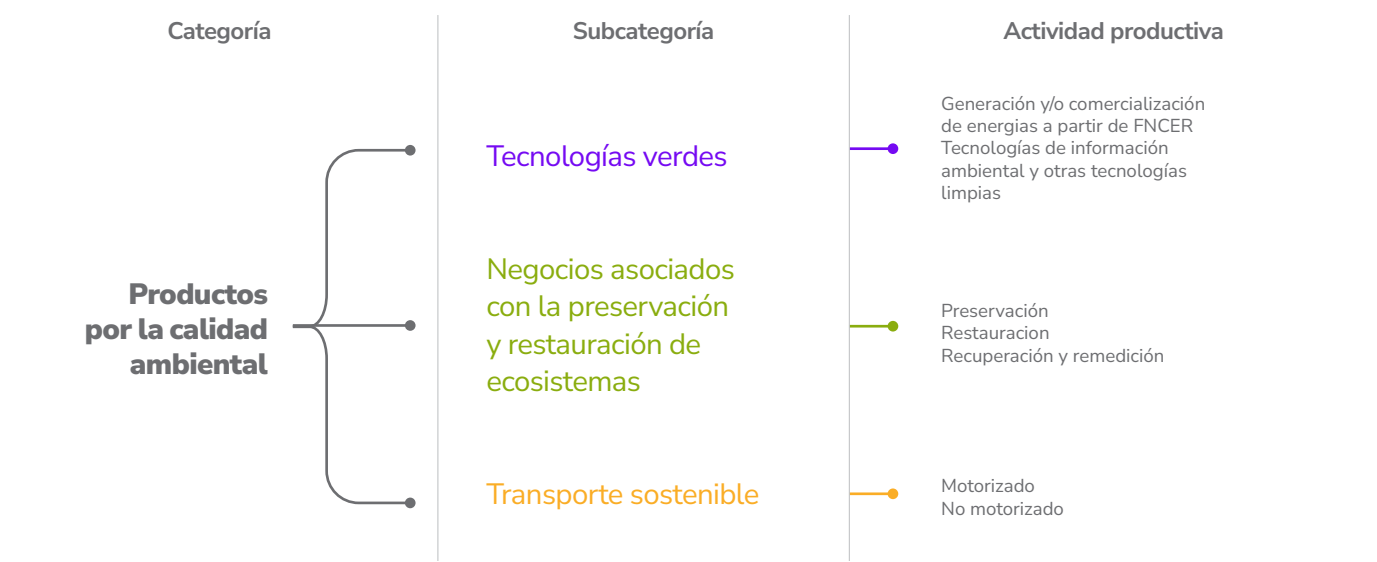
Figura 8. Actividades productivas asociadas a la categoría de Ecoproductos industriales



Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022), Elaboración propia

- **Productos por la calidad ambiental:** En esta categoría se destacan las actividades relacionadas con la disminución de la contaminación del aire, el agua y el suelo, así como la mitigación y adaptación al cambio climático mediante la implementación de acciones y tecnologías verdes para la producción de energía, el transporte sostenible y la preservación y restauración de ecosistemas.

Figura 9. Actividades productivas asociadas a la categoría de productos por la calidad ambiental



Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022), Elaboración propia

Las subcategorías de turismo sostenible, aprovechamiento y valorización de residuos, construcción e infraestructura sostenible, tecnologías verdes, negocios asociados con la preservación y restauración de ecosistemas y el transporte sostenible, presentan actividades productivas con demanda de empleos verdes para la Transición Energética Justa lo que crea necesidades de fortalecimiento de habilidades y nuevas competencias para la oferta de formación.

**Taxonomía verde de Colombia (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2022)**

La Taxonomía Verde de Colombia es un sistema de clasificación para actividades económicas y activos con contribuciones sustanciales para el logro de objetivos ambientales, los cuales responden a los

compromisos, estrategias y políticas trazados por Colombia en materia ambiental. Esta clasificación de actividades económicas consideradas verdes o ambientalmente sostenible servirá para el análisis de la demanda potencial de empleos verdes.

La Taxonomía verde de Colombia presenta 47 actividades económicas con contribución sustancial a los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático clasificadas en siete sectores: a) Energía, b) Construcción, c) Gestión de residuos y captura de emisiones, d) Suministro y tratamiento de agua, e) Transporte, f) Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y g) Manufactura. A continuación, se presentan las actividades económicas asociadas a cada sector que se consideran verdes o sostenibles.

Sector Energía

- Generación de electricidad a partir de energía solar fotovoltaica
- Generación de electricidad a partir de energía solar concentrada
- Generación de electricidad a partir de energía eólica
- Generación de electricidad a partir de energía oceánica
- Generación de electricidad a partir de energía hidroeléctrica
- Generación de electricidad a partir de energía geotérmica
- Generación de electricidad a partir de biomasa, biocombustibles y biogás
- Producción de Hidrógeno bajo en carbono
- Transmisión y distribución de electricidad de fuentes renovables
- Almacenamiento de electricidad
- Almacenamiento de energía térmica
- Almacenamiento de hidrógeno bajo en carbono
- Manufactura de biomasa, biocombustibles y biogás
- Cogeneración de calor/frío y energía a partir de energía solar concentrada
- Cogeneración de calor/frío y energía a partir de energía geotérmica
- Cogeneración de calor/frío y energía a partir de biomasa, biocombustibles y biogás
- Producción de calor/frío y energía usando calor residual
- Distritos térmicos

Sector Construcción

- Construcción de nuevos edificios
- Renovación de edificios
- Adquisición y propiedad de edificios

Sector Gestión de Residuos y Captura de Emisiones

- Tratamiento de lodos de aguas residuales
- Recolección y transporte separado de residuos no peligrosos en la fracción segregada en origen
- Digestión anaerobia de residuos orgánicos con captura o uso de metano
- Compostaje de residuos orgánicos
- Aprovechamiento de material de residuos no peligrosos
- Producción de energía a partir de fracciones de residuos no reciclables (tratamientos térmicos)
- Captura y utilización de gas de relleno sanitario
- Captura artificial, transporte y almacenamiento/uso de GEI

Sector Suministro y Tratamiento de Agua

- Sistemas de acueducto
- Sistemas de alcantarillado sanitario y combinados
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales
- Inversiones para el uso eficiente del agua

Sector Transporte

- Transporte público urbano (vehículos eléctricos o impulsados por hidrógeno bajo en carbono, embarcaciones que usen biocombustibles sostenibles o biogás)

- Micromovilidad
- Infraestructura para el transporte (infraestructura, maquinaria y equipos cero emisiones)
- Transporte interurbano (carga y pasajeros)
- Transporte particular

Sector Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)

- Procesamiento de datos, hosting y actividades relacionadas (aumento de eficiencia energética)
- Soluciones para la reducción de GEI basadas en datos

Sector Manufactura

- Manufactura para tecnologías bajas en carbono
- Componentes para la fabricación de cemento
- Componentes para la fabricación de aluminio
- Componentes para la fabricación de hierro y acero
- Componentes para la fabricación de cloro
- Componentes para la fabricación de productos químicos de base orgánica
- Componentes involucrados en la fabricación de plásticos en forma primaria Manufactura de los siguientes componentes, productos, tecnologías y equipos:
  - **Energía renovable:** Fabricación de productos, componentes y maquinaria esenciales para las tecnologías de energía renovable.
  - **Transporte sostenible:** Fabricación de vehículos, o de sus componentes, con cero emisiones directas p.ej., eléctricos o impulsados con hidrógeno bajo en carbono) o de bajas emisiones.
    - a. Flotas o sistemas de micro movilidad con cero emisiones directas.

- b. Flotas de vehículos o material rodante para el transporte terrestre urbano, suburbano e interurbano de pasajeros con cero emisiones directas o bajas emisiones (p. ej., tranvía, trolebús, autobús, buses de tránsito rápido, buses intermedios o alimentadores, sistemas de vehículos compartidos).
- c. Flotas de vehículos o material rodante para el transporte férreo urbano, suburbano e interurbano con cero emisiones directas (p. ej.: transporte ferroviario ligero, ferrocarril, metro, trenes)
- d. Flotas de transporte fluvial o marítimo con cero emisiones directas o bajas emisiones (p. ej.: embarcaciones acuáticas como transbordador/ferry o taxi acuático - eléctricas o híbridas o basadas en biocombustible).
- e. Flotas de vehículos o material rodante para el transporte de servicio particular con cero emisiones directas.
- **Edificios eficientes e inteligentes:**
  - a. Fabricación de los elementos del Sistemas de Gestión de Edificios (BMS, por su nombre en inglés), que integran equipos y aplicaciones de automatización, monitoreo y control de temperatura, energía y agua.
  - b. Ventanas de alta eficiencia.
  - c. Puertas de alta eficiencia.
  - d. Productos de aislamiento con baja conductividad térmica.
  - e. Revestimiento externo.
  - f. Instalaciones de calentadores de agua con desempeño energético en el rango A.
  - g. Otros electrodomésticos (como lavadoras y estufas eléctricas) con desempeño energético en el rango A, según el sistema de clasificación del RETIQ.



- h. Aparatos de iluminación de alta eficiencia y sistemas de alumbrado público, usando lámparas LED de última generación.

i. Aire acondicionado con desempeño energético en el rango A, según el sistema de clasificación del RETIQ.

j. Controles de presencia y luz diurna para automatización de sistemas de iluminación.

k. Sistemas de enfriamiento y ventilación con desempeño energético en el rango A, conforme al sistema de clasificación del RETIQ.

l. Bombas de calor.

m. Elementos de fachadas y cubiertas con una función de protección o control solar, incluidos los que apoyan el crecimiento de la vegetación.

n. Sistemas de automatización y control de edificios energéticamente eficientes para edificios comerciales.

o. Termostatos y dispositivos zonales para el monitoreo inteligente de las principales cargas de electricidad para edificios residen-
- ciales y equipos de detección (ej: control de movimiento).

p. Productos para la medición de calor y controles termostáticos para hogares individuales conectados a sistemas de enfriamiento urbano y pisos individuales conectados a sistemas de enfriamiento central, los cuales sirven a todo un edificio.

q. Fabricación de componentes necesarios para la implementación de Internet de las Cosas (IOT, por sus siglas en inglés), tales como sensores y redes locales de comunicación.

r. Otros componentes usados exclusivamente para lograr una reducción (proyectada y técnicamente comprobada) del 15% en el consumo de energía, o de un 20% en el consumo de agua.

s. Otras tecnologías bajas en carbono y sus componentes clave, que contribuyan a reducir sustancialmente las emisiones de GEI en otras actividades económicas o sectores, sobre la base de una evaluación reconocida y estandarizada de la huella de carbono de cuna (p. ej., ISO 14067, 14040, EPD o PEF).



Estrategia de Crecimiento Verde

El crecimiento verde significa propiciar el crecimiento y el desarrollo económicos y a la vez asegurar que los bienes naturales continúen proporcionando los recursos y los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar. Para lograrlo debe catalizar la inversión y la innovación que apalanquen el crecimiento sostenido y abran nuevas oportunidades económicas. (OECD, 2011). En una estrategia de crecimiento verde, hay sectores de alto potencial que son atractivos para nuevas empresas verdes. A continuación, se presentan algunos sectores identificados para Colombia.

Tabla 3. Sectores de alto potencial para el crecimiento verde en Colombia

Sector	Subsector
Energías renovables y no convencionales	Energía Solar, Energía Eólica, Energía Geotérmica, Biomasa, Energía de los mares.
Biotechnología	Biotechnología roja: Uso en medicina para diagnósticos, terapias regenerativas e ingeniería genética. Biotechnología blanca: Uso en procesos industriales para catalizadores, industria textil, plásticos biodegradables. Biotechnología verde: Uso en agricultura para biocombustibles, desarrollo de agro biológicos y control biológico. Biotechnología azul: uso en acuicultura, nutraceutica, productos alimentarios. Biotechnología gris: aplicaciones en biorremediación.
Economía forestal	Producción de aserrío de la madera, maderas dimensionadas, producción, manufactura y envasados, y embalajes para transporte de otros productos. Producción de miel, capullos, semillas, ceras, cueros, hojas, nueces, látex, entre otros.
Agricultura urbana y agroecológica, sistemas silvopastoriles	Producción de Cacao orgánico, café orgánico, productos lácteos, aceites naturales y ecológicos, palmitos de la selva amazónica, entre otros
Ecoturismo y geoturismo	Avistamiento de aves y en general de naturaleza en los diferentes ecosistemas de Colombia. Nuevas rutas que integran naturaleza y cultura en una Colombia en paz.
Negocios basados en reciclaje y posconsumo	Aprovechamiento de sobrantes del proceso productivo y de los materiales desechados por los consumidores nuevamente en el proceso productivo. Reacondicionamiento de partes.
Construcción sostenible	Uso eficiente de materiales, energía y agua a través del diseño basado en el análisis del ciclo de vida, desde la obtención de los materiales hasta la demolición de la edificación.

Fuente: (E3 - Ecología, Economía y Ética, 2017), Elaboración propia

# Perfiles profesionales para apoyar la transición energética justa en colombia





**A** continuación, se realiza una identificación de los perfiles profesionales más solicitados en el sector de energías renovables eficiencia energética y demás sectores relevantes, teniendo en cuenta los escenarios nacionales para la Transición Energética Justa.



Sector transporte

La transformación en la industria automotriz requiere formar trabajadores con competencias en las diferentes tecnologías inherentes a la movilidad eléctrica, como son: los accionamientos eléctricos, la electrónica de potencia, el almacenamiento de energía, la infraestructura necesaria para la recarga, la dinámica del vehículo, el control del sistema, y la gestión global de todos los vehículos eléctricos.

Esta formación deberá ofrecer fortalecimiento de los conocimientos actuales basados en los avances tecnológicos que desarrolle las capacidades y aptitudes necesarias para desenvolverse tanto en las áreas emergentes de las empresas del sector como en las tradicionales del sector automotriz.

La cadena de valor de la movilidad eléctrica incluye diferentes tipos de actores:

- Fabricantes de vehículos eléctricos: Especialistas en testeo y certificación, Ingenieros Mecánicos, Ingenieros eléctricos y mecatrónicos, gerentes de proyecto, expertos en economía circular con habilidades montaje, diagnóstico y reacondicionamiento de baterías de vehículos eléctricos, gestión de la cadena de suministro, normativa y regulaciones.

- Materias primas: Baterías, Electrónica, motores eléctricos, Ingenieros geotécnicos, Gerentes de proyecto e Ingenieros Químicos, Ingeniería en minas de litio y refinamiento del mismo, seguridad y salud laboral, legislación aplicable a la industria minera, impacto ambiental y social de la extracción de materias primas.
- Mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos.
- Fabricantes de estaciones de recarga.
- Vendedores e instaladores de estaciones de recarga: Especialista en gestionar y mantener las estaciones de carga, garantizando así la eficiencia de sus funcionalidades.
- Operadores de puntos de recarga.
- Proveedores de servicios de movilidad: Diseñadores y desarrollares de hardware Diseñadores y desarrollares, de software, asesores comerciales.

A continuación se definen algunas categorías de habilidades aplicables a una amplia gama de funciones para los actores del sector de movilidad eléctrica.

Tabla 4. categorías de habilidades aplicables a los actores del sector de movilidad eléctrica.

Habilidad	Descripción
Experiencia en electricidad y electrónica	Conocimiento de los sistemas eléctricos, cableado y componentes electrónicos utilizados en vehículos modernos, incluidos los eléctricos e híbridos.
	Capacidad para recopilar, interpretar y analizar datos de sensores de vehículos, herramientas de diagnóstico y métricas de rendimiento para identificar y resolver problemas.
Alfabetización digital	Capacidad para navegar y utilizar herramientas y Software digitales relevantes en la industria automovilística, incluidos equipos de diagnóstico, herramientas de análisis de datos y sistemas de automatización de producción.
Conocimientos mecánicos	Base sólida en habilidades mecánicas tradicionales, como reparación de motores, mantenimiento, resolución de problemas, así como conocimiento de sistemas mecánicos avanzados en vehículos más nuevos.
Control, calidad y garantía	Conocimiento de los estándares y procedimientos de calidad para asegurar la producción de vehículos y componentes de alta calidad.
Seguridad y cumplimiento	Concienciación sobre los protocolos de seguridad y salud en el trabajo y la normativa ambiental.

Fuente: (Gi Group Holding, 2024), Elaboración propia

Sector Industria

Teniendo en cuenta los escenarios propuestos para la transición Energética Justa, se priorizan para el sector industria, los subsectores de Posconsumo y Bioenergía.

**Posconsumo:** Las estrategias de posconsumo se fortalecerán en la demanda y la oferta energética como parte fundamental de la economía circular. En 2019 las actividades conjuntas de recolección, tratamiento

y disposición de desechos y recuperación de materiales ocuparon aproximadamente 73.200 trabajadores, según datos del DANE de mercado de trabajo; dentro de estos, generaron más de 35.000 empleos verdes, según datos del DANE provenientes de cuentas ambientales (OIT, 2021)

Algunos de los principales perfiles requeridos en las actividades de posconsumo se presentan a continuación



Tabla 5. Perfiles aplicables a los actores del sector posconsumo

Perfil	Descripción
Experiencia en compra y mercadeo de materiales usados	Manejo de personal, servicio al cliente, herramientas estadísticas y de mercadeo.
Operarios de producción, recolección y clasificación de residuos	Ejecutar funciones de recolección de residuos para la transformación industrial. Conocer los diferentes materiales para realizar una adecuada selección y clasificación.
Operario reciclaje montacargas	Experiencia en el manejo de máquina montacargas.
Experto en Gestión de Residuos	Supervisar y garantizar el correcto tratamiento de los residuos generados por diferentes sectores.

Fuente: Elaboración propia

**Bioenergía:** La bioenergía tiene un alto potencial de creación de empleo, el trabajo necesario para su generación resulta hasta cinco veces mayor que en el caso de las fuentes fósiles. Los sectores emergentes en este campo se asocian principalmente al uso de

biomasa para generar energía eléctrica y al biogás (Ministerio de Minas y Energía, 2024). La tabla 6 presenta algunos perfiles requeridos para la Bioingeniería, la mayoría con requerimientos altos o parcialmente especializados.

Tabla 6. Perfiles aplicables a los actores del sector Bioenergía

Perfil	Descripción
Investigación y Desarrollo (I&D)	Investigación científica, centrándose en tecnologías y metodologías innovadoras para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad ambiental de la utilización de la biomasa.
Ingeniería y Tecnología	Diseñar, desarrollar y optimizar sistemas de producción de bioenergía.
Operarios de producción y procesamiento de biocombustibles	Supervisar y optimizar la producción de biocombustibles.
Control y aseguramiento de la calidad	Establecer estrictas medidas de control de calidad para garantizar la integridad y eficiencia de los procedimientos de bioenergía.
Marketing	Desarrollo de estrategias comerciales.

Fuente: Elaboración propia

Sector residencial y terciario

La transición Energética Justa plantea tres estrategias con potencial de generación de empleo en el sector residencial y terciario: a) Sustitución de leña por diferentes alternativas, b) reconversión de sistemas de combustión por electrodomésticos eléctricos y c) desarrollo y reconversión de infraestructura para la cocción eléctrica. Sin embargo, se plantean otras estrategias para la reconversión laboral y productiva del sector residencial y terciario enfocadas a cambios tecnológicos y electrificación, que a su vez aportan significativamente en la eficiencia energética de este sector.

La instalación de redes eléctricas de 220V para estufas de inducción y calentadores de agua eléctricos y sistemas de medición inteligentes, serán esenciales durante los procesos de construcción de las nuevas edificaciones y la readecuación de edificaciones existentes (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

En tal sentido algunos de los perfiles profesionales requeridos estarán asociados a las siguientes áreas:

- Fabricación de los elementos del Sistemas de Gestión de Edificios que integran equipos y aplicaciones de automatización, monitoreo y control de temperatura, energía y agua.
- Instalaciones de calentadores de agua con desempeño energético en el rango A y otros electrodomésticos (como lavadoras y estufas eléctricas) con desempeño energético en el rango A, según el sistema de clasificación del RETIQ.
- Aparatos de iluminación de alta eficiencia y sistemas de alumbrado público, usando lámparas LED de última generación.
- Aire acondicionado con desempeño energético en el rango A, según el sistema de clasificación del RETIQ.
- Sistemas de enfriamiento urbano.

- Bombas de Calor.
- Fabricación de componentes necesarios para la implementación de Internet de las Cosas, tales como sensores y redes locales de comunicación.
- Negocios Verdes, producción y consumo sostenibles y bioeconomía.
- Turismo sostenible.

A continuación, se definen algunos perfiles requeridos para los actores del sector residencial y terciario.



Tabla 7. Perfiles aplicables al sector residencial y terciario

Perfil	Descripción
Rehabilitador de edificios	Diseñar e implementar proyectos sostenibles de rehabilitación de edificios. Su ámbito de actuación incluye la recuperación, la reforma y la actualización de los edificios construidos.
Experto en gestión de proyectos de construcción sostenible	Gestionar adecuadamente la etapa de inicio, planificación, ejecución y monitoreo y control de los proyectos y obras de construcción bajo parámetros de sostenibilidad, adecuados a la normativa vigente.
Experto en gestión ambiental de obras	Vela por la correcta gestión ambiental de los procesos de construcción y por la incorporación de materiales y productos que hacen que el proyecto sea sostenible.
Experto en sistemas de climatización, aislamiento y eficiencia energética	conocer las condiciones técnicas de sostenibilidad y de funcionamiento de las instalaciones para asegurar su mantenimiento preventivo, correctivo y de renovación, especialmente en cuanto a las normativas aplicables.
Experto en turismo sostenible	identificar, crear, administrar y promover ofertas turísticas, teniendo en cuenta el impacto en el medioambiente y la sociedad.
Especialista en internet de las cosas	Diseñar, implementar y gestionar sistemas de interconexión de dispositivos y objetos a través redes inalámbricas.

Fuente: Elaboración propia

Electricidad y FNCER

La necesidad de una nueva capacidad instalada en el país representa una oportunidad para pensar anticipadamente en los requerimientos de mano de obra, conocimientos y formación, permitiéndoles a las regiones en las cuales se desarrollarán los proyectos, ofrecer los servicios y bienes complementarios que se requieran, propiciando desarrollo económico en el marco de la Transición Energética Justa (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

**Generación Solar Distribuida:** La cadena de valor de la generación solar incluye diferentes tipos de actores:

**Fabricación Solar:** Esta área de producción de energía solar se centra en generar componentes de proyectos solares a través de investigación y desarrollo, innovación de productos y optimización.

**Diseño del sistema solar:** El diseño del sistema solar se basa en seleccionar los componentes adecuados

e implementarlos de manera eficiente y rentable. Los profesionales en este campo buscarán cumplir con los estándares de seguridad y rendimiento mientras desarrollan formas nuevas e innovadoras de conectar componentes. Las principales competencias están asociadas al dominio de software de diseño, lenguajes de programación y herramientas de modelado energético y análisis de datos.

**Gestión de proyectos solares:** La gestión de proyectos solares se refiere a la implementación de un diseño de sistema, ya sea a pequeña escala doméstica o en un gran proyecto de servicios públicos nacional. Esto puede incluir vender el sistema, garantizar una instalación adecuada y supervisar a operadores, ingenieros y técnicos.

**Operación e Instalación Solar:** Esto incluye la instalación, optimización y mantenimiento de sistemas de energía solar en el campo y protocolos de seguridad.

Esto puede incluir instaladores de paneles solares e ingenieros solares.

Energía Eólica

En el escenario TEJ, la energía eólica llegará a representar para el país el 17 % de la energía eléctrica necesaria en el año 2050, este porcentaje corresponde a la capacidad instalada de proyectos costa fuera y costa adentro. A diferencia de la energía solar, las oportunidades de implementación de estos proyectos y, a su vez de empleo, están localizadas en pocas regiones del país. La costa caribe, se proyecta como la región con el mayor potencial energético procedente del viento. Esta regionalización de potencial coincide con zonas en las cuales la reconversión productiva será necesaria por la alta dependencia al carbón térmico y su posible declive (Ministerio de Minas y Energía, 2024)

La cadena de valor de la generación solar incluye diferentes tipos de actores:

**Planificación:** Hace referencia a aquellas acciones que tienen que ver con la fase preparatoria del proyecto (elección de localización, estudios de viabilidad e impacto, diseño y desarrollo del parque). Esta etapa requiere de especialistas en suelos con el fin de analizar la viabilidad de instalar un complejo con las condiciones locales de la tierra; expertos ambientales que puedan evaluar el impacto ecológico de la instalación del parque; trabajadores sociales que estén capacitados para evaluar los impactos sociales con las distintas comunidades cercanas y expertos legales para que manejen todas las regulaciones existentes en torno al proyecto.

**Aprovisionamiento:** Esta etapa del proceso consiste en la identificación de los materiales concretos (materias primas, bienes intermedios y componentes mecánicos) que se van a requerir en la construcción del parque, y en la posterior adquisición de los mismos.

**Manufactura:** Supone la elaboración de los componentes que integran un aerogenerador (góndola, rotor, palas, motor, turbina, etc.).

**Instalación y conexión:** La parte de instalación comprendería todas las labores relacionadas con la ingenie-

ría civil y construcción del parque eólico, mientras que la fase de conexión consiste en la comprobación de todos los requisitos necesarios para conectar la instalación a la red eléctrica.

**Operación y mantenimiento:** Abarca todas las actividades necesarias para el correcto e ininterrumpido funcionamiento del parque eólico durante su vida útil (monitoreización, control técnico, etc.) (Mateos, Macías, & López).

Geotermia

El desarrollo de recursos geotérmicos proporciona ingresos a largo plazo a las personas con una diversidad de habilidades laborales. Esto incluye soldados, mecánicos, instaladores de tuberías, fontaneros, maquinistas, electricistas, carpinteros, operadores de equipos de construcción y perforación, topógrafos, arquitectos y diseñadores, geólogos, hidrólogos, eléctricos, mecánicos e ingenieros estructurales, técnicos de climatización, gerentes, abogados, consultores regulatorios y ambientales, contadores; técnicos en informática e investigadores.

A continuación, se describen algunos de los perfiles requeridos en las diferentes etapas de desarrollo de proyectos geotérmicos (Jennejohn, 2010).

**Exploración:** La exploración del recurso geotérmico requiere de la experiencia de profesionales en geología, geofísica, geoquímica, ingeniería y sistemas de información geográfica (SIG). En esta fase también se precisan profesionales con experiencia técnica en la perforación de exploración y recopilación de datos geofísicos.

**Perforación:** La perforación de un pozo geotérmico es un proceso complejo y multifacético que requiere del apoyo de varios equipos de personal especializado tales como ingenieros, geólogos, soldadores, equipos de perforación, personal de cementación, personal de fluidos de perforación, así como jefes de obra y seguridad.

**Diseño de Planta y Construcción:** Como resultado, tanto el diseño como la construcción de una planta de energía geotérmica soporta un número diverso y significativo de puestos de trabajo., ingenieros, supervisores, personal administrativo, operarios de construcción, soldadores, mecánicos.



*Operación y Mantenimiento:* Ingenieros, técnicos de mantenimiento y operadores de planta se emplean en esta fase.

La tabla muestra los principales perfiles requeridos para el sector de electricidad y FNCER: Generación solar distribuida, energía eólica y geotermia.

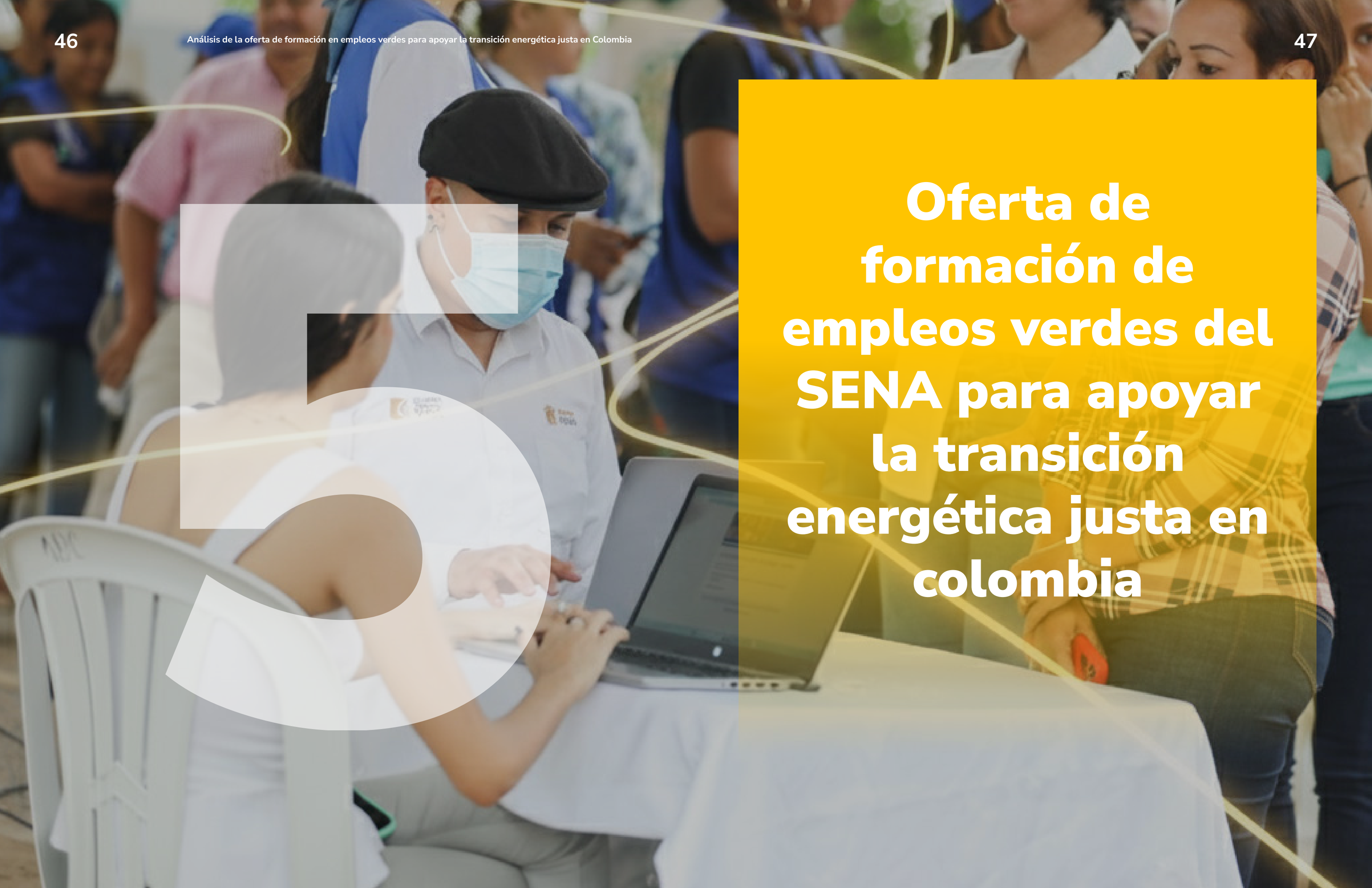
Tabla 8. Perfiles aplicables al sector electricidad y FNCER

Perfil	Descripción
Investigación y Desarrollo (I&D)	Investigación científica, centrándose en tecnologías y metodologías innovadoras para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad ambiental de la utilización FNCER.
Especialistas en suelos y expertos ambientales	Evaluar el impacto ecológico de la instalación.
Dominio de software de diseño	Capacidad para navegar y utilizar herramientas y Software digitales, lenguajes de programación y herramientas de modelado energético y análisis de datos.
Gestión de proyectos	Venta de tecnologías, garantizar una instalación adecuada y supervisar a operadores, ingenieros y técnicos.
Instaladores e ingenieros.	Esto incluye la instalación, optimización y mantenimiento de sistemas de energía con FNCER, instaladores de paneles e ingenieros solares, soldadores, mecánica, instaladores de tuberías, fontaneros, maquinistas, electricistas, carpinteros, operadores de equipos de construcción y perforación, topógrafos, arquitectos y diseñadores, geólogos, hidrólogos, eléctricos, mecánicos e ingenieros estructurales, técnicos de climatización.
Profesionales sociales	Evaluar los impactos sociales con las distintas comunidades cercanas a los proyectos.
Experiencia técnica en la perforación de exploración y recopilación de datos geofísicos.	Experiencia de profesionales en geología, geofísica, geoquímica, ingeniería y sistemas de información geográfica (SIG)

Fuente: Elaboración propia







# **Oferta de formación de empleos verdes del SENA para apoyar la transición energética justa en colombia**





**E**sta sección presenta el análisis de los programas de educación en empleos verdes ofrecidos por el SENA, tanto en su oferta de formación como en su formación por competencias laborales.

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) está encargado de cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país. El SENA ofrece programas técnicos, tecnológicos y complementarios, para fortalecer las actividades productivas de las empresas y de la industria y obtener mejor competitividad y mayores resultados en los diferentes mercados.

En cuanto a oferta de formación, el SENA certifica los niveles de técnico profesional, técnico profesional especializado (o con énfasis en un área), tecnólogo y tecnólogo especializado (o con énfasis en un área). Estos niveles se ofrecen cuando existen demandas de capacitación derivadas de los desarrollos tecnológicos y en los casos en que la oferta educativa sea limitada.

En cuanto a la formación por competencias laborales, las Normas Sectoriales de Competencias Laborales (NSCL) establecen una correspondencia entre el trabajo productivo y la formación profesional, facilitándoles a las personas su promoción laboral y movilidad formativa. Son estándares que establecen los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que se requieren para desempeñar una función laboral.

Sector transporte

Perfiles y competencias ofrecidas por el SENA, sector transporte.

Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) sector transporte

A continuación se relacionan las Normas de competencia laboral para el sector transporte encontradas

para Colombia, teniendo en cuenta la información del catastro de perfiles y competencias verdes de la alianza del pacífico. Este catastro cumple la función de servir como inventario de los perfiles y las competencias laborales llamadas “verdes” que han sido identificadas y debidamente normalizadas en los cuatro países que conforman la Alianza Pacífico (Colombia, Chile, México y Perú).

Tabla 9. Normas Sectoriales de Competencia Laboral para el sector transporte

Perfil	Competencia	Descripción	Código
Mecánicos y reparadores de vehículos de motor	Diagnosticar propulsión eléctrica vehicular de acuerdo con parámetros técnicos.	Inspeccionar y determinar operatividad de vehículo eléctrico según especificaciones de manuales técnicos y de servicio.	280601085 versión 2
	Diagnosticar sistemas de propulsión híbrida vehicular de acuerdo con manuales operativos y normativa técnica.	Inspeccionar y determinar operatividad de vehículo eléctrico según especificaciones de manuales técnicos y de servicio.	280601122
	Reparar fallas de propulsión eléctrica de acuerdo con técnicas de mantenimiento y manual del fabricante.	Corregir fallas de vehículo eléctrico según protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo y especificaciones de manuales técnicos.	280601084 versión 2
	Reparar fallas de sistemas de propulsión híbrida de acuerdo con técnicas de mantenimiento y manual del fabricante.	Corregir fallas de vehículo híbrido según protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo y especificaciones de manuales técnicos.	280601082 versión 2

Fuente: (Pérez, 2024), Elaboración propia

Oferta de Formación

En Revisión de las plataformas SENA Sofia Plus, SENA Centro de Tecnologías del transporte Regional

Distrito Capital y del Sistema Nacional de Información para la Educación superior en Colombia SNIES se identificó la siguiente oferta de formación del SENA para el sector transporte.

Formación Titulada

Tabla 10. Oferta de formación titulada SENA para el sector transporte

Nombre del programa	Competencias
Tecnólogo en mantenimiento mecatrónico de automotores	Las principales competencias están asociadas al desempeño en motores a gasolina, gas y Diesel. No se hace referencia específica a vehículos eléctricos.  Requiere reestructuración para para adaptarse a los escenarios de la TEJ.
Tecnólogo en gestión del mantenimiento automotriz	
Técnico en mantenimiento de vehículos livianos	
Técnico en mantenimiento eléctrico y control electrónico de automotores	
Técnico en ensamble de vehículos	
Técnico en ensamble de componentes para automotores	Competencias dirigidas a impulsar el transporte no motorizado en línea con los supuestos e hitos considerados para el sector transporte en el Escenario TEJ.
Técnico en mecánica de la bicicleta y promoción de la cultura vial	

Fuente: Elaboración propia



Sector Industria

Perfiles y competencias ofrecidas por el SENA, sector industria.

Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) sector industria Subsector posconsumo

A continuación, se relacionan las Normas de competencia laboral para el subsector posconsumo encontradas para Colombia, teniendo en cuenta la información del catastro de perfiles y competencias verdes de la alianza del pacífico.

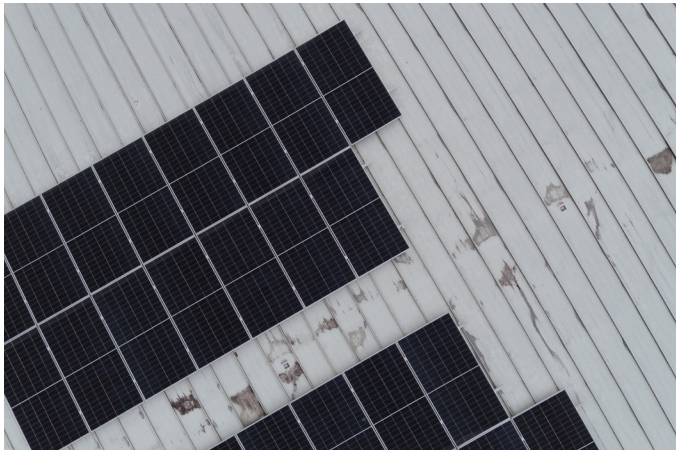


Tabla 11. Normas Sectoriales de Competencia Laboral para el sector industria, subsector posconsumo

Perfil	Competencia	Descripción	Código
Recolector/a de material de reciclaje	Recolectar residuos sólidos según procedimiento de aprovechamiento y normativa ambiental.	Manipular, clasificar y separar residuos de acuerdo con procedimientos técnicos, normativa ambiental y manejo de residuos peligrosos. movilizar y entregar material aprovechable de acuerdo con procedimientos técnicos y seguridad.	220201080 versión 2
	Reciclar residuos orgánicos según procedimientos técnicos y normativa ambiental.	Tratar, clasificar, separar y gestionar materiales orgánicos, operando equipos y dejando disponible el material a través de empaçado y almacenamiento.	220201092
Operario/a del servicio público de aseo	Recolectar residuos de acuerdo con sistema de aseo y normativa.	Recolectar los residuos según esquema y reglamentación de servicio público de aseo.	280201245
Operadores/ as de incineradores, de hornos crematorios y de rellenos sanitarios	Disponer residuos sólidos de acuerdo con normas técnicas.	Desarrollar operaciones de rellenos sanitarios, disponiendo de residuos sólidos según la reglamentación técnica.	280201236 versión 2
Profesionales ambientales y ecologistas	Gestionar el manejo de residuos sólidos según especificaciones técnicas y normativa.	Definir y gestionar el plan de manejo de residuos sólidos según reglamentación y protocolos ambientales.	220201078

Perfil	Competencia	Descripción	Código
Operadores/as de incineradores, de hornos crematorios y de rellenos sanitarios	Transformar residuos inorgánicos según procedimientos técnicos y normativa ambiental.	Dar manejo a los residuos inorgánicos según la normativa ambiental y a partir de procedimientos de trituración y compactación.	220201097
	Recuperar residuos sólidos según procedimiento de aprovechamiento y normativa ambiental.	Llevar a cabo la recuperación de los residuos sólidos mediante protocolos de manejo, siguiendo la normativa ambiental.	220201081 versión 2
	Manipular residuos peligrosos de acuerdo con protocolos y normativa técnica.	Manipular residuos peligrosos siguiendo los protocolos de seguridad y la normativa ambiental.	220201111
Técnicos/as en prevención, gestión y control ambiental	Coordinar el flujo de residuos peligrosos de acuerdo con métodos de gestión y normativa técnica.	Coordinar, controlar y supervisar el flujo de residuos peligrosos siguiendo los protocolos del sistema de gestión y la normativa ambiental.	220201113
Ensambladores de productos electrónicos	Desensamblar residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de acuerdo con normativa y procedimientos técnicos.	Desmantelar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de acuerdo con protocolos y normativa de manejo de residuos.	291901056
Administradores ambientales	Planear logística inversa de acuerdo con procedimiento técnico y normativa ambiental.	Formular el plan de logística inversa en la organización.	220201090
	Controlar plan de logística inversa de acuerdo con procedimiento técnico y normativa ambiental.	Hacer seguimiento al plan de logística inversa en la organización.	220201099

Fuente: (Pérez, 2024), Elaboración propia

Oferta de Formación

En Revisión de las plataformas SENA Sofia Plus, SENA Centro de Gestión Industrial Regional Distrito

Capital y del Sistema Nacional de Información para la Educación superior en Colombia SNIES se identificó la siguiente oferta de formación del SENA para el sector industria.

Subsector posconsumo

Tabla 12. Oferta de formación titulada SENA para el sector industria, subsector posconsumo

Nombre del programa	Competencias
Tecnólogo en prevención y control ambiental	Coordinar y supervisar programas y proyectos enfocados a la prevención, mitigación y control de la contaminación ocasionada por residuos, vertimientos, emisiones, olores y ruido del sector productivo.

Fuente: Elaboración propia

Subsector Bioenergía

Tabla 13. Oferta de formación titulada SENA para el sector industria, subsector bioenergía

Nombre del programa	Competencias
Tecnólogo en gestión de la producción agrícola	Planificación, ejecución y supervisión de actividades relacionadas con la producción agrícola, incorporando técnicas modernas y prácticas eficientes. No se hace referencia específica a competencias para la producción de bioenergía a partir de residuos agrícolas. Requiere reestructuración para adaptarse a los escenarios de la TEJ.
Tecnólogo en gestión de empresas pecuarias.	Administración y optimización de empresas dedicadas a la producción y comercialización de productos pecuarios. No se hace referencia específica a competencias para la producción de bioenergía a partir de residuos pecuarios. Requiere reestructuración para adaptarse a los escenarios de la TEJ.
Tecnólogo en gestión eficiente de la energía	Planificación, gestión y optimización del uso de la energía en diferentes sectores productivos. Implementación de tecnologías de energía renovable y estrategias de eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia



Sector residencial y terciario

Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) sector residencial y terciario

A continuación, se relacionan las Normas de competencia laboral para el sector residencial y terciario en-

contradas para Colombia, teniendo en cuenta la información del catastro de perfiles y competencias verdes de la alianza del pacífico.

Tabla 14. Normas Sectoriales de Competencia Laboral para el sector residencial y terciario

Perfil	Competencia	Descripción	Código
Profesional ambiental	Estructurar sistema de energías renovables según procedimiento técnico y normativa ambiental.	Caracterizar el entorno y viabilizar el sistema verificando capacidad energética, consumo, cálculo de ahorro, entre otros datos.	220201093
Sin perfil específico	Categorizar negocios sostenibles según criterios verdes y normativa.	Procesar información y valorar el negocio de acuerdo con indicadores, procedimientos y normativa medioambiental.	220201082
Administradores ambientales	Evaluar impactos ambientales según procedimiento técnico y normativa.	Evaluar el impacto ambiental en actividades, productos y servicios teniendo en cuenta metodologías y normativa ambiental.	220201088
	Evaluar requisitos ambientales de acuerdo con procedimientos técnicos y normativa ambiental.	Evaluar el sistema de gestión ambiental según normativa.	220201115
	Costear soluciones ambientales según metodología técnica y normativa.	Preparar presupuesto para la implementación de soluciones ambientales.	220201102
	Formular políticas ambientales según objetivos de desarrollo sostenible y metodología de planeación.	Caracterizar los entornos de impacto y generar las estrategias ambientales.	220201100

Fuente: (Pérez, 2024), Elaboración propia



Oferta de Formación

En Revisión de las plataformas SENA Sofia Plus, diferentes Centros SENA y del Sistema Nacional de Infor-

mación para la Educación superior en Colombia SNIES se identificó la siguiente oferta de formación del SENA para el sector residencial y terciario.

Formación Titulada

Tabla 15. Oferta de formación titulada SENA para el sector residencial y terciario

Nombre del programa	Competencias
Tecnología en control ambiental	Uso de herramientas de análisis y medición de Emisiones Atmosféricas, vertimientos líquidos, residuos sólidos y demás aspectos que afectan la calidad del Ambiente, para mitigar los impactos ambientales negativos que generan las actividades antrópicas.
Tecnólogo en automatización industrial	Diseño, implementación y optimización de sistemas automatizados que mejoran la eficiencia operativa y la precisión en diversos sectores industriales. Requiere reestructuración para adaptarse a las necesidades del sector residencial y terciario.
Técnico en Mantenimiento de Equipos de Aire Acondicionado y Refrigeración	Aplicar técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo, siguiendo normativas de seguridad y eficiencia energética, utilizando herramientas y software especializado para optimizar el rendimiento de los sistemas en entornos residenciales, comerciales e industriales
Tecnólogo en obras civiles	Construcción y diseño de infraestructuras. Gestión de proyectos de construcción, supervisión de obras y aplicación de normativas técnicas.
Tecnólogo en construcción de edificaciones	Desarrollar planos detallados y uso de software especializado para optimizar materiales y recursos.
	Gestiona y supervisa las obras, coordinando equipos, asegurando el suministro de materiales, y monitoreando la calidad y seguridad en el sitio. Implementa prácticas sostenibles y eficientes, integrando técnicas y materiales que reducen el impacto ambiental y mejoran la eficiencia energética.
Técnico en implementación y mantenimiento de sistemas de internet de las cosas	Implementar y mantener sistemas de internet de las cosas según los requerimientos y políticas del cliente, cumpliendo normas técnicas nacionales e internacionales, desempeñando su profesión con compromiso social y ambiental.

Nombre del programa	Competencias
Especialización tecnológica en gestión del uso eficiente de la energía eléctrica	Planeación, diseño, ejecución y verificación de equipos y sistemas eléctricos de baja tensión en los sectores residenciales, comerciales e industriales que logren disminuir los consumos, integrar nuevas tecnologías y aumentar la eficiencia energética en las organizaciones.
Especialización tecnológica en luminotecnia	Instalación, mantenimiento y mejora de sistemas de iluminación interior y exterior, con base en estándares de calidad, normatividad y reglamentación técnica aplicable en el país.
Tecnólogo en Biocomercio sostenible	Apoyar a empresarios y organizaciones locales y regionales sobre las oportunidades de adoptar técnicas productivas con buenas prácticas ambientales y sociales, asistiendo a las empresas para encontrar aliados estratégicos que les ayuden a penetrar mercados y a captar recursos financieros, buscando promover las exportaciones de productos no tradicionales relacionados con el manejo ambientalmente sostenible de la biodiversidad.
Tecnólogo en gestión comercial de negocios verdes	Desarrollar, implementar y supervisar estrategias comerciales sostenibles que equilibran la rentabilidad económica con la responsabilidad ambiental. Identificar oportunidades en el sector verde, optimizar el uso de recursos, cumplir con normativas ambientales, y promover prácticas de marketing y ventas ecológicas, asegurando que los negocios operen de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente.
Especialización Tecnológica en diseño de productos turísticos	Establecer estrategias de comercialización para productos turísticos. Diseñar programas que respondan a las expectativas de los consumidores de acuerdo con los requerimientos del programa. Requiere reestructuración para adaptarse a los escenarios de la TEJ.
Especialización Tecnológica en producción y consumo sostenible	Orientar cambios en patrones insostenibles de producción y consumo por parte de los diferentes sectores de la sociedad nacional con miras a reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental de los bienes y servicios y además estimular el uso sostenible de la biodiversidad como fuentes de competitividad empresarial y calidad de vida.

Fuente: Elaboración propia

Electricidad y FNCER

Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) sector FNCER

A continuación, se relacionan las Normas de competencia laboral para el sector electricidad y FNCER en- contradas para Colombia, teniendo en cuenta la información del catastro de perfiles y competencias verdes de la alianza del pacífico.

Tabla 16. Normas Sectoriales de Competencia Laboral para el sector electricidad y FNCER

Perfil	Competencia	Descripción	Código
Energía Fotovoltaica			
Ingenieros Electricistas, Ingenieros electrónicos	Diseñar redes de energía sostenible de acuerdo con lineamientos técnicos y normativa eléctrica. Ámbito b. Sistemas fotovoltaicos de generación de energía eléctrica.	Diseñar sistemas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes naturales como la luz solar y el viento.	291901057
Técnico en electromecánica y redes. Técnico electricista. Técnico en electrónica	Montar sistemas de energía renovable de acuerdo con procedimiento técnico y normativa. Ámbito b. Sistemas fotovoltaicos de generación de energía eléctrica.	Instalar y poner en marcha sistemas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales como la luz solar y el viento de acuerdo con especificaciones de diseños y normativa técnica.	291901055
Energía Eólica			
Ingenieros electricistas. Ingenieros electrónicos	Diseñar redes de energía sostenible de acuerdo con lineamientos técnicos y normativa eléctrica. Ámbito a. Sistemas eólicos de generación de energía eléctrica.	Diseñar sistemas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes naturales como la luz solar y el viento.	291901057
Técnico en electromecánica y redes. Técnico electricista. Técnico en electrónica	Montar sistemas de energía renovable de acuerdo con procedimiento técnico y normativa. Ámbito a. Sistemas eólicos de generación de energía eléctrica.	Instalar y poner en marcha sistemas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables o convencionales como la luz solar y el viento[2] de acuerdo con especificaciones de diseños y normativa técnica.	291901055

Fuente: (Pérez, 2024), Elaboración propia

Oferta de Formación

En Revisión de las plataformas SENA Sofia Plus, SENA Centro de electricidad, electrónica y telecomunicacio- nes Regional Distrito Capital y del Sistema Nacional de Información para la Educación superior en Colombia SNIES se identificó la siguiente oferta de formación del SENA para el sector electricidad y FNCER.


Formación Titulada

Tabla 17. Oferta de formación titulada SENA para el sector electricidad y FNCER

Nombre del programa	Competencias
Técnico en montaje y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica	Realizar el montaje, el mantenimiento y las intervenciones operativas en redes aéreas de distribución de la energía eléctrica, en Baja y Media tensión. Reestructurar según requerimientos de la TEJ.
Técnico en instalaciones y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos	Instalar, verificar y mantener los componentes de plantas solares fotovoltaicas cumpliendo con las normas eléctricas vigentes, integrándose al mercado laboral de uso final de la energía ya sea individual o colectiva.
Técnico en instalación de sistemas eléctricos residenciales y comerciales	Desempeñar en actividades de instalación, mantenimiento y prueba de fallas en sistemas eléctricos residenciales y comerciales, instalación de acometidas, sistemas de puesta a tierra, uso racional de la energía, eficiencia energética y manejo de sistemas domóticos. Reestructurar según requerimientos de la TEJ.
Tecnólogo en electricidad Industrial	Instalar, mantener, probar y reparar equipos eléctricos industriales, controles eléctricos y electrónicos asociados y sistemas y equipos de distribución eléctrica. Reestructurar según requerimientos de la TEJ
Tecnólogo en supervisión de redes de distribución de energía eléctrica	Coordinar, vigilar y controlar las actividades de montaje, mantenimiento e intervenciones en sistemas de distribución de la energía eléctrica, en Baja y Media tensión. Reestructurar según requerimientos de la TEJ.
Profundización técnica en interventoría en obras eléctricas	Vigilar y controlar todos los recursos involucrados en el desarrollo de proyectos en sistemas eléctricos aplicados en el sector residencial, comercial e industrial. Reestructurar según requerimientos de la TEJ
Profundización técnica montaje y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos	Diseño, el montaje y mantenimiento de instalaciones de generación eléctrica aisladas y proyectos de inyección a red; desarrollo de proyectos domiciliarios, terciarios o industriales.
Técnico en programación de software	Programación de software tendrá la capacidad de codificar, implementar y dar soporte a aplicaciones software utilizando lenguajes de programación y sistemas gestores de bases de datos.
Técnico en soldadura de productos metálicos	Desempeñarse en la soldadura de productos metálicos en la industria metalmecánica, como astilleros, hidrocarburos, alimentos, bebidas, ferroviaria, automotriz, bajo estándares de calidad nacionales e internacionales.
Tecnólogo en topografía	Realizar mediciones y cálculos topográficos precisos. Analizar y evaluar datos topográficos para la elaboración de mapas y planos. Interpretar documentación técnica relacionada con proyectos topográficos.

Fuente: Elaboración propia





**Oferta de formación  
de empleos verdes  
requerida por SENA  
para apoyar la  
transición energética  
justa en Colombia**





**E**n esta sección se presenta el análisis de los principales perfiles habilidades y conocimientos más demandados en el mercado laboral verde colombiano que no están siendo cubiertos por la oferta formativa actual de SENA o que deben reestructurarse para atender estas necesidades demandadas

por el mercado laboral. Lo anterior, teniendo en cuenta lo planteado en la hoja de ruta de la TEJ en el capítulo 1, el análisis de la demanda de empleos verdes realizado en el capítulo 3, los perfiles profesionales revisados en el capítulo 4 para apoyar la TEJ y la actual oferta de formación ofrecida por el SENA en empleos verdes revisada en el capítulo 5.



Sector transporte

Teniendo en cuenta los escenarios de la TEJ con relación a la electromovilidad, se destacan como relevantes los siguientes perfiles no identificados en la oferta de programas del SENA.

- Técnicos/Tecnólogos especialistas en testeo y certificación.
- Técnicos/Tecnólogos en montaje, diagnóstico y reacondicionamiento de baterías de vehículos eléctricos.

- Técnicos/Tecnólogos en gestión de la cadena de suministro de vehículos eléctricos, normativa y regulaciones.
- Técnicos/Tecnólogos en mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos.
- Técnicos/Tecnólogos en instalación, operación y mantenimiento de estaciones de recarga.

Sector Industria

Teniendo en cuenta los escenarios de la TEJ en relación con el sector industria y los subsectores priorizados de posconsumo y bioenergía, se destacan como relevantes los siguientes perfiles no identificados en la oferta de programas del SENA.

- Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de electricidad a partir de biomasa, biocombustibles y biogás.
- Técnicos/Tecnólogos para la industria de manufactura de biomasa, biocombustibles y biogás.

- Técnicos/Tecnólogos en instalaciones de cogeneración de calor/frío y energía a partir de biomasa, biocombustibles y biogás, producción de calor/frío y energía usando calor residual.
- Técnico/Tecnólogo en sistemas de digestión anaerobia de residuos orgánicos con captura o uso de metano, compostaje de residuos orgánicos, captura y utilización de gas de relleno sanitario.
- Técnico/Tecnólogo en instalaciones de producción de energía a partir de fracciones de residuos no reciclables (tratamientos térmicos).

Sector Residencial y terciario

Para el sector residencial y terciario, la oferta no cubierta por el SENA corresponde a los siguientes programas:

- Técnico/Tecnólogo en Sistemas de Gestión de Edificios que integran equipos y aplicaciones de automatización, monitoreo y control de temperatura, energía y agua.
- Técnicos/Tecnólogos diseño, montaje, operación y mantenimiento de Distritos térmicos y bombas de calor.



Sector Electricidad y FNCER

En cuanto al sector electricidad y FNCER, el escenario de Transición Energética requerirá de la siguiente oferta de formación la cual a la fecha no se encuentra cubierta por los programas del SENA.

- Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de electricidad a partir de energía geotérmica
- Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de electricidad a partir de a partir de energía hidroeléctrica.

- Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de electricidad a partir de a partir de energía eólica.
- Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de almacenamiento de electricidad, energía térmica.
- Técnicos/Tecnólogos en gestión de proyectos de energías renovables.
- Técnicos/Tecnólogos en gestión de la financiera de proyectos de energías renovables



# Conclusiones y recomendaciones



La reconversión laboral se refiere al proceso de adaptación de la fuerza laboral a nuevas industrias, tecnologías o cambios económicos, para ello es de vital importancia promover una Transición Energética Justa que asegure la creación de trabajos decentes garantizando que los trabajadores puedan emplearse y tener condiciones dignas. Un aspecto esencial del proceso de TEJ es la educación y el fortalecimiento de capacidades para enfrentar el reto de las nuevas tecnologías y competencias necesarias para la transición.

Colombia reportó un total de 150.759 empleos verdes en el periodo 2022-2023 representados principalmente en las actividades de educación, administración y gestión ambiental y gestión de los recursos naturales, así como protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos, sin embargo, las actividades de gestión de recursos minerales y energéticos, tienen aún una baja participación del total de empleos verdes reportados.

Actualmente, el 53,6% de los empleos en Colombia se ubican en la categoría de no verdes y el 46,4% son empleos verdes, de los cuales el 22% requiere de habilidades mejoradas, el 16,1% presenta un incremento en la demanda y solo el 7,5% corresponde a empleos nuevos o emergentes. En cuanto al nivel de educación, los empleos con potencial verde alto y medio representan el 58% y están siendo ocupados principalmente por profesionales universitarios, mientras que los empleos con potencial verde bajo representan un 42% y están siendo ocupados por empleados con nivel de secundaria.

La Taxonomía Verde de Colombia y la Estrategia Nacional de crecimiento Verde perfilan como sectores de alto potencial y atractivos para las nuevas empresas verdes a los siguiente sectores: sector de nuevas energías, construcción sostenible, sector suministro y tratamiento de agua, transporte sostenible, sector tecnologías de la información y las comunicaciones, manufactura, biotecnología, economía forestal, agricultura urbana y agroecológica, sistemas silvopastoriles, ecoturismo y geoturismo, negocios basados en reciclaje y posconsumo. Al analizar la participación de negocios verdes en diferentes sectores económicos, los sectores de Biocomercio y aprovechamiento y valorización cuentan con mayor participación. Lo anterior evidencia un gran

potencial para los sectores de transporte sostenible, construcción sostenible y Fuentes No Convencionales de Energía Renovables, los cuales presentan una baja participación con el 0,03%, 0,7% y 1% respectivamente, en el total de negocios verdes en Colombia, perfilando estos sectores como prioritarios para el desarrollo de oferta de formación y de competencias laborales que supla las necesidades de empleos emergentes o con habilidades mejoradas.

La Transición energética Justa de Colombia proyecta una transformación desde la demanda de energía en los sectores transporte, industria, residencial y terciario y en la oferta de energía, principalmente en el sector electricidad y fuentes no convencionales de energías renovables. En el sector transporte los cambios fundamentales en los perfiles profesionales se requerirán en el desarrollo de infraestructura para la electromovilidad, la reconversión vehicular, el desarrollo urbano de ciudades inteligentes y todo lo relacionado con la industria de la movilidad eléctrica, el ensamblaje, la fabricación y el mantenimiento de vehículos eléctricos. La transformación en la industria automotriz requerirá formar trabajadores con competencias en los accionamientos eléctricos, la electrónica de potencia, el almacenamiento de energía, la infraestructura necesaria para la recarga, la dinámica del vehículo, el control del sistema, y la gestión global de todos los vehículos eléctricos.

En el sector industria, las estrategias planteadas en el escenario TEJ, se asocian a la producción de autopartes, el aprovechamiento de baterías, las cadenas del posconsumo de diferentes residuos, fabricación de insumos y electrodomésticos para el sector residencial y terciario y, por supuesto, al despliegue tecnológico alrededor de las FNCER, principalmente biomasa, biogás, e hidrógeno. Las estrategias de posconsumo se fortalecerán en la demanda y la oferta energética como parte fundamental de la economía circular. La bioenergía tiene un alto potencial de creación de empleo, el trabajo necesario para su generación resulta hasta cinco veces mayor que en el caso de las fuentes fósiles. Los sectores emergentes en este campo se asocian principalmente al uso de biomasa para generar energía eléctrica y al biogás.

El sector residencial y terciario es actualmente el sector menos intensivo en consumo en energía, ya que las

actividades comerciales y públicas consumen principalmente electricidad, por lo tanto, los supuestos para este sector según la TEJ, están más orientados a la implementación de nuevas tecnologías o mejoras en las eficiencias de las tecnologías existentes. Los principales perfiles requeridos se asocian a las actividades de rehabilitador de edificios, gestión de proyectos de construcción sostenible, sistemas de climatización, aislamiento y eficiencia energética, turismo sostenible e internet de las cosas.

Para el sector de electricidad y FNCER, las principales fuentes de energías consideradas para la modelación de escenarios de la Transición Energética Justa son: Generación Solar Distribuida, Eólica, Hidro generación a filo de agua y Geotermia. El sector de las renovables se ha visto sin duda, marcado por el desarrollo tecnológico.

Al analizar la oferta de formación en empleos verdes del SENA se observa un alto grado de avance en cuanto a las Normas Sectoriales de Competencia Laborar (NSCL). En el sector transporte el SENA cuenta con cuatro (4) normas para el perfil de mecánicos y reparadores de vehículo de motor, específicas para la electromovilidad. En cuanto al sector industria se encontraron doce (12) NSCL asociadas a los siguientes perfiles: recolector/a de material de reciclaje, operario/a del servicio público de aseo, operadores/ as de incineradores de hornos crematorios y de rellenos sanitarios, profesionales ambientales y ecologistas, técnicos/as en prevención, gestión y control ambiental, ensambladores de productos electrónicos y administradores ambientales. Por su parte, para el sector residencial y terciario se identificaron seis (6) NSCL con perfiles en profesional ambiental y administradores ambientales. El sector de electricidad y FNCER presenta dos (2) NSCL para energía fotovoltaica y dos (2) para energía eólica en perfiles de Ingenieros Electricistas, Ingenieros electrónicos, Técnico en electromecánica y redes, Técnico electricista y Técnico en electrónica. Lo anterior hace parte de la revisión de normas colombianas, sin embargo, se ha desarrollado un catastro de perfiles y competencias verdes de la Alianza del Pacífico que hace que esta oferta se amplíe teniendo en cuenta las normas de países como Chile, México y Perú.

En cuanto a la oferta de formación titulada para el sector transporte se encontró que para atender las necesi-

dades de la TEJ, el SENA ofrece el programa Técnico en mecánica de la bicicleta y promoción de la cultura vial, otros programas con competencias asociadas al desempeño en motores a gasolina, gas y Diesel requieren reestructuración para adaptarse a los escenarios de la TEJ, como es el caso de los programas: Tecnólogo en mantenimiento mecatrónico de automotores, Tecnólogo en gestión del mantenimiento automotriz, Técnico en mantenimiento de vehículos livianos, Técnico en mantenimiento eléctrico y control electrónico de automotores, Técnico en ensamble de vehículos y Técnico en ensamble de componentes para automotores.

En cuanto a la oferta para el sector industria, se identificó que el programa de Tecnólogo en prevención y control ambiental para el sector posconsumo está en línea con los escenarios de la TEJ. En cuanto al subsector bioenergía, los programas Tecnólogo en gestión de la producción agrícola, Tecnólogo en gestión de empresas pecuarias, requieren ajustar sus competencias para atender las necesidades emergentes en la producción de bioenergía a partir de residuos agrícolas y pecuarios. Uno de los programas en este subsector que concuerda con los escenarios de la TEJ es el Tecnólogo en gestión eficiente de la energía que incluye entre sus competencias la planificación, gestión y optimización del uso de la energía en diferentes sectores productivos y la implementación de tecnologías de energía renovable y estrategias de eficiencia energética.

La oferta de formación para el sector residencial y terciario es bastante amplia, encontrándose programas acordes a los escenarios propuestos por la TEJ como Tecnología en control ambiental, Técnico en Mantenimiento de Equipos de Aire Acondicionado y Refrigeración, Tecnólogo en obras civiles, Tecnólogo en construcción de edificaciones, Técnico en implementación y mantenimiento de sistemas de internet de las cosas, Tecnólogo en biocomercio sostenible, Tecnólogo en gestión comercial de negocios verdes. Igualmente, el SENA ofrece programas de especialización tecnológica, en gestión del uso eficiente de la energía eléctrica, luminotecnia y producción y consumo sostenible. Algunos de los programas identificados podrían requerir adaptarse a las necesidades de la TEJ como es el caso del técnico en automatización industrial que podría ampliarse a la optimización de sistemas para los sectores residencial y terciario. La especialización Tecnológica

en diseño de productos turísticos también requiere re-estructuración con enfoque de sostenibilidad.

En cuanto al sector de electricidad y FNCER se destaca la oferta de programas como Técnico en instalaciones y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos y la Profundización técnica montaje y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos, Técnico en soldadura de productos metálicos, Tecnólogo en topografía y Técnico en programación de software que tendrán una alta demanda a medida que avance el despliegue de las FNCER. Otros programas, requerirán ser ajustados para atender los requerimientos de la TEJ como son Técnico en montaje y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica, Técnico en instalación de sistemas eléctricos residenciales y comerciales Tecnólogo en electricidad Industrial, Tecnólogo en supervisión de redes de distribución de energía eléctrica y la Profundización técnica en interventoría en obras eléctricas.

Finalmente, el proceso de reconversión laboral requerirá que el SENA amplíe su oferta de programas en el sector de electromovilidad para el testeo, certificación y reacondicionamiento de baterías para vehículos eléctricos y el desarrollo de competencias para la gestión de la cadena de suministros de la electromovilidad que incluye las estaciones de carga. El sector industria por su parte, se deberá fortalecer con programas para la cadena de valor de la generación de electricidad a partir

de biomasa, biocombustibles y biogás principalmente. La gestión eficiente e inteligente de edificios, los distritos térmicos y bombas de calor serán actividades claves para los sectores residencial y terciario, demandando formación específica. Igualmente serán de vital importancia para avanzar en la transición energética, contar con capacidades para afrontar los avances tecnológicos en la generación de energía eléctrica a partir de energía geotérmica, energía eólica y en general para la gestión de proyectos de energías renovables.

Este estudio permitió identificar un avance significativo en cuanto a la oferta de programas del SENA para afrontar la reconversión laboral y fortalecer los encadenamientos productivos, se recomienda continuar con el diseño de programas que faciliten la transición a los trabajadores hacia los roles emergentes que proponen los escenarios de la Transición Energética Justa, enfocándose en el fortalecimiento de habilidades técnicas específicas de los sectores transporte, aprovechamiento de residuos y nuevas formas de generación de energía, promoviendo habilidades transferibles que preparen a la fuerza laboral local para adaptarse a las necesidades de los avances tecnológicos y nuevos proyectos. Se considera relevante el desarrollo de competencias digitales y tecnológicas en los campos de análisis de datos, inteligencia artificial e innovación tecnológica aplicada a los nuevos desarrollos de los proyectos de energías renovables y el aumento de la eficiencia energética.

## Bibliografía

DANE. (2024). *Cuenta Ambiental y Económica de las Actividades Ambientales y Transacciones Asociadas (CAE-AATA)*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/CAE-AATA/bol-CAEAA-TA-2023.pdf>

E3 - Ecología, Economía y Ética. (2017). *Hoja de Ruta de Crecimiento Verde Sector Privado*. Obtenido de <https://e3asesorias.com/wp-content/uploads/documentos/Hoja%20de%20Ruta%20Crecimiento%20Verde%20Sector%20Privado.pdf>

García-García, P., Carpintero, Ó., & Buendía, L. (2020). *Just energy transitions to low carbon economies: A review of the concept and its effects on labour and income*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629620302395?via%3Dihub>

García-Suaza, A. C.-G.-T.-I. (2023). *Análisis de demanda de empleo verde a partir de información de vacantes para América Latina y el Caribe en el contexto de la transición energética. Distrito Capital: CAF- banco de desarrollo de América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2185>

Gi Group Holding. (2024). *Automatización Tendencias Globales de recursos humanos*. Obtenido de <https://www.gigroupholding.com/espana/wp-content/uploads/sites/4/2024/05/Automotive-Spain-WEB.pdf>

Jennejohn, D. (2010). *Green Jobs Through Geothermal Energy*. Obtenido de [https://www.geothermal.org/sites/default/files/2021-02/Green\\_Jobs\\_Through\\_Geothermal\\_Energy.pdf](https://www.geothermal.org/sites/default/files/2021-02/Green_Jobs_Through_Geothermal_Energy.pdf)

Mateos, L. G., Macías, J. I., & López, F. R. (s.f.). *Análisis de la cadena de valor del sector eólico en Castilla y León*. Obtenido de <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/13853/Garrido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Plan Nacional de Negocios Verdes 2022-2030*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/11/Actualizacion-Plan-Nacional-Negocios-verdes-2022-2030.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Anthesis Lavola. (2020). *Diagnósticos, propuestas de abordaje y recomendaciones para la inclusión de la transición justa de la fuerza laboral como parte de la estrategia 2050 de desarrollo bajo en emisiones y resiliente al clima en Colombia*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/10/Documento-final-Recomendaciones-Transicio%CC%81n-Justa-2050-29.12.2020-VF.pdf>

Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2022). *Taxonomía verde de Colombia*. Obtenido de [https://www.taxonomiaverde.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=/ConexionContent/WCC\\_CLUSTER-191401](https://www.taxonomiaverde.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=/ConexionContent/WCC_CLUSTER-191401)

Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Estrategia Nacional de Infraestructura de Carga para Vehículos Eléctricos*. Obtenido de [https://www.minenergia.gov.co/documents/12730/Capitulo\\_1-Evaluacion\\_viability\\_tecnica\\_economica\\_despliegue\\_infra-TEJ-2024.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/12730/Capitulo_1-Evaluacion_viability_tecnica_economica_despliegue_infra-TEJ-2024.pdf)

Ministerio de Minas y Energía. (2023). *Diagnóstico base para la Transición Energética Justa*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/es/micrositios/transicion-energetica-justa/>

Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Escenarios nacionales Transición Energética Justa*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/12383/Escenarios-TEJ-2024.pdf>



Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Oportunidades y desafíos socioambientales de la Transición Energética Justa*. Obtenido de <https://minenergia.gov.co/documents/12636/Desafios-TEJ-2024.pdf>

OECD. (2011). *Towards Green Growth*. Obtenido de <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264111318-sum-es.pdf?expires=1732138468&id=id&accname=guest&checksum=1B30D224F7DF1A23824CD-35034F26F91>

OIT. (2015). *Directrices de política para una transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos*. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_emp/@emp\\_ent/documents/publication/wc](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/documents/publication/wc)

OIT. (2021). *¿Cómo impulsar la creación de empleos verdes en la economía circular?* Obtenido de [https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@sro-lima/documents/publication/wcms\\_827562.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@sro-lima/documents/publication/wcms_827562.pdf)

Pérez, G. A. (2024). *Catastro de perfiles y competencias verdes de la Alianza del Pacífico*. Obtenido de <https://alianzapacifico.net/download/catastro-de-perfiles-y-competencias-verdes-de-la-alianza-del-pacifico/>

World Bank. (2021). *For a Just Transition Away from Coal, People Must Be at the Center*. Obtenido de <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/11/03/for-a-just-transition-away-from-coal-people-must-be-at-the-center>





Anexo 1. Tabla comparativa de los perfiles profesionales más solicitados según los escenarios de la TEJ y oferta educativa SENA

Sectores según la TEJ	Actividades identificadas como de alto potencial de empleos verdes	Perfiles demandados		Oferta SENA	NSCL	Requiere reestructuración para adaptarse a los escenarios de la TEJ	Oferta no cubierta por el SENA
Electromovilidad	Desarrollo de infraestructura Reconversión vehicular/movilidad eléctrica  Desarrollo urbano de ciudades inteligentes Industrias asociadas a la movilidad eléctrica (ensamblaje y fabricación) Mantenimiento de vehículos eléctricos.	<p>1. Baterías, Electrónica, motores eléctricos, Ingenieros geotécnicos, Gerentes de proyecto e Ingenieros Químicos, Ingeniería en minas de litio y refinamiento del mismo, seguridad y salud laboral, legislación aplicable a la industria minera, impacto ambiental y social de la extracción de materias primas.</p> <p>2. Especialistas en testeo y certificación, Ingenieros Mecánicos, Ingenieros eléctricos y mecatrónicos, gerentes de proyecto, expertos en economía circular con habilidades montaje, diagnóstico y reacondicionamiento de baterías de vehículos eléctricos, gestión de la cadena de suministro, normativa y regulaciones.</p> <p>3. Mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos Fabricantes de estaciones de recarga Vendedores e instaladores de estaciones de recarga Operadores de puntos de recarga</p> <p>4. Diseñadores y desarrollares de hardware Diseñadores y desarrolladores de software Asesores comerciales.</p>		Diagnosticar propulsión eléctrica vehicular de acuerdo con parámetros técnicos	X		Técnicos/Tecnólogos especialistas en testeo y certificación
				Diagnosticar sistemas de propulsión híbrida vehicular de acuerdo con manuales operativos y normativa técnica	X		Técnicos/Tecnólogos en montaje, diagnóstico y reacondicionamiento de baterías de vehículos eléctricos
				Reparar fallas de propulsión eléctrica de acuerdo con técnicas de mantenimiento y manual del fabricante	X		Técnicos/Tecnólogos en gestión de la cadena de suministro de vehículos eléctricos, normativa y regulaciones.
				Reparar fallas de sistemas de propulsión híbrida de acuerdo con técnicas de mantenimiento y manual del fabricante	X		Técnicos/Tecnólogos en mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos
				Tecnólogo en mantenimiento mecatrónico de automotores		X	Técnicos/Tecnólogos en instalación, operación y mantenimiento de estaciones de recarga.
				Tecnólogo en gestión del mantenimiento automotriz		X	
				Técnico en mantenimiento de vehículos livianos		X	
				Técnico en mantenimiento eléctrico y control electrónico de automotores		X	
				Técnico en ensamble de vehículos		X	
				Técnico en ensamble de componentes para automotores		X	
				Técnico en mecánica de la bicicleta y promoción de la cultura vial			
Bioenergía	Generación de electricidad a partir de biomasa, biocombustibles y biogás  Manufactura de biomasa, biocombustibles y biogás  Cogeneración de calor/frío y energía a partir de biomasa, biocombustibles y biogás	<p>1. Investigación y Desarrollo (I&amp;D) Ingeniería y Tecnología Operarios de producción y procesamiento de biocombustibles</p> <p>2. Control y aseguramiento de la calidad</p> <p>3. Marketing</p>		Tecnólogo en gestión de la producción agrícola		X	Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de electricidad a partir de biomasa, biocombustibles y biogás.
				Tecnólogo en gestión de empresas pecuarias		X	Técnicos/Tecnólogos para la industria de manufactura de biomasa, biocombustibles y biogás.
				Tecnólogo en gestión eficiente de la energía			Técnicos/Tecnólogos en instalaciones de cogeneración de calor/frío y energía a partir de biomasa, biocombustibles y biogás, producción de calor/frío y energía usando calor residual.
							Técnico/Tecnólogo en sistemas de digestión anaerobia de residuos orgánicos con captura o uso de metano, compostaje de residuos orgánicos, captura y utilización de gas de relleno sanitario.
							Técnico/Tecnólogo en instalaciones de producción de energía a partir de fracciones de residuos no reciclables (tratamientos térmicos).



Sectores según la TEJ	Actividades identificadas como de alto potencial de empleos verdes	Perfiles demandados		Oferta SENA	NSCL	Requiere reestructuración para adaptarse a los escenarios de la TEJ	Oferta no cubierta por el SENA
Posconsumo	Aprovechamiento de sobrantes del proceso productivo y de los materiales desechados por los consumidores. Reacondicionamiento de partes. Gestión de residuos	<div>1. Operario en compra y mercadeo de materiales usados</div> <div>2. Operario de producción, recolección y clasificación de residuos Operario reciclaje montacargas</div> <div>3. Experto en Gestión de Residuos</div> <div>4. Operario del servicio público de aseo Operadores de incineradores, de hornos crematorios y de rellenos sanitarios</div> <div>5. Profesionales ambientales y ecologistas</div> <div>6. Técnicos en prevención, gestión y control ambiental Ensambladores de productos electrónicos Administradores ambientales</div>		Recolectar residuos sólidos según procedimiento de aprovechamiento y normativa ambiental.	X		
				Reciclar residuos orgánicos según procedimientos técnicos y normativa ambiental.	X		
				Recolectar residuos de acuerdo con sistema de aseo y normativa	X		
				Disponer residuos sólidos de acuerdo con normas técnicas	X		
				Gestionar el manejo de residuos sólidos según especificaciones técnicas y normativa	X		
				Transformar residuos inorgánicos según procedimientos técnicos y normativa ambiental	X		
				Recuperar residuos sólidos según procedimiento de aprovechamiento y normativa ambiental	X		
				Manipular residuos peligrosos de acuerdo con protocolos y normativa técnica	X		
				Coordinar el flujo de residuos peligrosos de acuerdo con métodos de gestión y normativa técnica	X		
				Desensamblar residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de acuerdo con normativa y procedimientos técnicos	X		
				Planear logística inversa de acuerdo con procedimiento técnico y normativa ambiental	X		
				Controlar plan de logística inversa de acuerdo con procedimiento técnico y normativa ambiental	X		
				Tecnólogo en prevención y control ambiental			

Sectores según la TEJ	Actividades identificadas como de alto potencial de empleos verdes	Perfiles demandados		Oferta SENA	NSCL	Requiere reestructuración para adaptarse a los escenarios de la TEJ	Oferta no cubierta por el SENA
Construcción Sostenible y Eficiencia Energética	Fabricación de los elementos del Sistemas de Gestión de Edificios que integran equipos y aplicaciones de automatización, monitoreo y control de temperatura, energía y agua.  Instalaciones de calentadores de agua con desempeño energético en el rango A y otros electrodomésticos (como lavadoras y estufas eléctricas) con desempeño energético en el rango A, según el sistema de clasificación del RETIQ.  Aparatos de iluminación de alta eficiencia y sistemas de alumbrado público, usando lámparas LED de última generación. Aire acondicionado con desempeño energético en el rango A, según el sistema de clasificación del RETIQ.  Sistemas de enfriamiento urbano Bombas de Calor  Fabricación de componentes necesarios para la implementación de Internet de las Cosas, tales como sensores y redes locales de comunicación.  Negocios Verdes, producción y consumo sostenibles y bioeconomía  Turismo sostenible	1. Rehabilitador de edificios Experto en gestión de proyectos de construcción sostenible Experto en gestión ambiental de obras Experto en sistemas de climatización, aislamiento y eficiencia energética Experto en turismo sostenible  2. Especialista en internet de las cosas		Estructurar sistema de energías renovables según procedimiento técnico y normativa ambiental	X		Técnico/Tecnólogo en Sistemas de Gestión de Edificios que integran equipos y aplicaciones de automatización, monitoreo y control de temperatura, energía y agua.
				Categorizar negocios sostenibles según criterios verdes y normativa	X		Técnicos/Tecnólogos diseño, montaje, operación y mantenimiento de Distritos térmicos y bombas de calor
				Evaluar impactos ambientales según procedimiento técnico y normativa	X		
				Evaluar requisitos ambientales de acuerdo con procedimientos técnicos y normativa ambiental	X		
				Costear soluciones ambientales según metodología técnica y normativa	X		
				Formular políticas ambientales según objetivos de desarrollo sostenible y metodología de planeación	X		
				Tecnología en control ambiental			
				Tecnólogo en automatización industrial		X	
				Técnico en Mantenimiento de Equipos de Aire Acondicionado y Refrigeración			
				Tecnólogo en obras civiles			
				Tecnólogo en construcción de edificaciones			
				Técnico en implementación y mantenimiento de sistemas de internet de las cosas			
				Especialización tecnológica en gestión del uso eficiente de la energía eléctrica			
				Especialización tecnológica en luminotecnia			
				Tecnólogo en Biocomercio sostenible			
				Tecnólogo en gestión comercial de negocios verdes			
				Especialización Tecnológica en diseño de productos turísticos		X	
				Especialización Tecnológica en producción y consumo sostenible			



Sectores según la TEJ	Actividades identificadas como de alto potencial de empleos verdes	Perfiles demandados		Oferta SENA	NSCL	Requiere reestructuración para adaptarse a los escenarios de la TEJ	Oferta no cubierta por el SENA
Electricidad y FNCER	Generación de electricidad a partir de energía solar fotovoltaica Generación de electricidad a partir de energía solar concentrada Generación de electricidad a partir de energía eólica Generación de electricidad a partir de energía oceánica Generación de electricidad a partir de energía hidroeléctrica  Generación de electricidad a partir de energía geotérmica Transmisión y distribución de electricidad de fuentes renovables Almacenamiento de electricidad  Almacenamiento de energía térmica Cogeneración de calor/frío y energía a partir de energía solar concentrada Cogeneración de calor/frío y energía a partir de energía geotérmica	1. Ingenieros Electricistas Ingenieros Electrónicos Técnico en electromecánica y redes Técnico electricista Técnico en electrónica Operarios de construcción Soldadores  2. Mecánicos		Diseñar redes de energía sostenible de acuerdo con lineamientos técnicos y normativa eléctrica. Ámbito b. Sistemas fotovoltaicos de generación de energía eléctrica.	X		Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de electricidad a partir de energía geotérmica
				Montar sistemas de energía renovable de acuerdo con procedimiento técnico y normativa. Ámbito b. Sistemas fotovoltaicos de generación de energía eléctrica.	X		Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de electricidad a partir de a partir de energía hidroeléctrica.
				Diseñar redes de energía sostenible de acuerdo con lineamientos técnicos y normativa eléctrica. Ámbito a. Sistemas eólicos de generación de energía eléctrica.	X		Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de electricidad a partir de a partir de energía eólica.
				Montar sistemas de energía renovable de acuerdo con procedimiento técnico y de acuerdo con procedimiento técnico y normativa. Ámbito a. Sistemas eólicos de generación de energía eléctrica.	X		Técnicos/Tecnólogos en diseño, montaje, operación y mantenimiento de instalaciones de almacenamiento de electricidad, energía térmica.
				Técnico en montaje y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica		X	Técnicos/Tecnólogos en gestión de proyectos de energías renovables.
				Técnico en instalaciones y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos			Técnicos/Tecnólogos en gestión de la financiera de proyectos de energías renovables
				Técnico en instalación de sistemas eléctricos residenciales y comerciales		X	
				Tecnólogo en electricidad Industrial		X	
				Tecnólogo en supervisión de redes de distribución de energía eléctrica		X	
				Profundización técnica en interventoría en obras eléctricas		X	
				Profundización técnica montaje y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos			
				Técnico en programación de software			
				Técnico en soldadura de productos metálicos			
				Tecnólogo en topografía			