



Organización
Internacional
del Trabajo

► Competencias para la productividad, el medio ambiente y la diversificación económica

ESTUDIO PROSPECTIVO DE HABILIDADES
VERDES EN PANAMÁ



► **Competencias para
la productividad, el
medio ambiente y la
diversificación económica**

**ESTUDIO PROSPECTIVO DE HABILIDADES
VERDES EN PANAMÁ**

© Organización Internacional del Trabajo 2026

Primera edición 2026



Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Véase creativecommons.org/licenses/by/4.0. El usuario podrá reproducir, compartir (copiar y redistribuir), adaptar (mezclar, transformar y desarrollar el contenido de la obra original), conforme a los términos detallados en la licencia. El usuario deberá citar claramente a la OIT como fuente del material e indicar si se han introducido cambios en el contenido original. No está permitido reproducir el emblema, el nombre ni el logotipo de la OIT en traducciones, adaptaciones u otras obras derivadas.

Atribución de la titularidad - El usuario deberá indicar si se han introducido cambios y citar la obra como sigue: OIT, *Competencias para la productividad, el medio ambiente y la diversificación económica: Estudio prospectivo de habilidades verdes en Panamá*, Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 2026, © OIT.

Traducciones - En caso de que se traduzca la presente obra, deberá añadirse, además de la atribución de la titularidad, el siguiente descargo de responsabilidad: *La presente publicación es una traducción de una obra protegida por derechos de autor de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Esta traducción no ha sido realizada, revisada ni aprobada por la OIT y no debe considerarse una traducción oficial de la OIT. La OIT declina toda responsabilidad en cuanto a su contenido o exactitud. La responsabilidad incumbe exclusivamente al autor o autores de la traducción.*

Adaptaciones - En caso de que se adapte la presente obra, deberá añadirse, además de la atribución de la titularidad, el siguiente descargo de responsabilidad: *La presente publicación es una adaptación de una obra protegida por derechos de autor de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Esta adaptación no ha sido realizada, revisada ni aprobada por la OIT y no debe considerarse una adaptación oficial de la OIT. La OIT declina toda responsabilidad en cuanto a su contenido o exactitud. La responsabilidad incumbe exclusivamente al autor o autores de la adaptación.*

Materiales de terceros - Esta licencia Creative Commons no se aplica a los materiales incluidos en la presente publicación que, aunque no son de la OIT, están protegidos por derechos de autor. Si el material se atribuye a una tercera parte, el usuario que utilice dicho material será el único responsable de obtener las autorizaciones necesarias del titular de los derechos y de responder ante cualquier reclamación por vulneración de los derechos de autor.

Toda controversia derivada de la presente licencia que no pueda ser resuelta de manera amistosa será sometida a arbitraje de conformidad con el Reglamento de Arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI). Las partes quedarán vinculadas por el laudo arbitral resultante de dicho arbitraje, que resolverá con carácter definitivo dicha controversia.

Toda consulta sobre derechos y licencias deberá dirigirse a: rights@ilo.org. Puede obtenerse información sobre las publicaciones y los productos digitales de la OIT en: www.ilo.org/publns.

ISBN: 9789220433492 (impreso); 9789220433508 (PDF)

DOI: <https://doi.org/10.54394/00033826>

Las denominaciones empleadas en las publicaciones y las bases de datos de la OIT, que están en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no implican juicio alguno por parte de la OIT sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Véase: www.ilo.org/descargo-de-responsabilidad.

Las opiniones y puntos de vista expresados en esta publicación incumben solamente a su autor o autores y no reflejan necesariamente las opiniones, puntos de vista o políticas de la OIT.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la OIT, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Impreso en Panamá

Advertencia de género

El uso de un lenguaje que no discrimine ni marque diferencias entre hombres y mujeres es una de las preocupaciones de nuestra Organización. Sin embargo, no hay acuerdo entre los lingüistas sobre la manera de hacerlo en nuestro idioma. En tal sentido, y con el fin de evitar la sobrecarga gráfica que supondría utilizar en español o/a para marcar la existencia de ambos sexos, hemos optado por emplear el masculino genérico clásico, en el entendido de que todas las menciones en tal género representan siempre a hombres y mujeres.



► Prólogo

La transición hacia una economía baja en carbono, resiliente e inclusiva exige anticipar cómo se transformarán los sectores productivos y qué competencias serán necesarias para garantizar que la acción climática genere empleo decente y oportunidades para todas las personas. Panamá ha asumido este desafío con liderazgo, incorporando el enfoque de transición justa en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), el instrumento que recoge sus compromisos climáticos bajo el Acuerdo de París, y avanzando en compromisos internacionales, como el Nature Pledge, que buscan articular acción climática, biodiversidad y desarrollo sostenible.

En este contexto se presenta el estudio “Competencias para la productividad, el medio ambiente y la diversificación económica: Estudio prospectivo de habilidades verdes en Panamá”, desarrollado mediante la metodología del mismo nombre de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), conocida por sus siglas en inglés como SPEED. Esta metodología ofrece un marco sistemático para anticipar necesidades de habilidades, identificar brechas en el ecosistema formativo y formular recomendaciones estratégicas que fortalezcan la productividad, la diversificación económica y la transición verde.

Los resultados del estudio son claros. El sector energético, responsable del 65,5 por ciento de las emisiones nacionales, y el sector de gestión integral de residuos, que aporta el 6,4 por ciento, concentran tanto desafíos como oportunidades. Se estima que la expansión de energías renovables, de eficiencia energética y de movilidad eléctrica podría generar más de 21.000 empleos verdes, mientras que una valorización del 50 por ciento de los residuos podría crear más de 14.000 nuevos puestos de trabajo. Sin embargo, estas oportunidades solo podrán materializarse si el país fortalece su sistema de formación profesional, promueve procesos de recalificación y perfeccionamiento, y adapta su oferta educativa a las demandas emergentes del mercado laboral verde.

Este estudio complementa un Análisis Situacional Rápido sobre transición justa desarrollado previamente, aportando ahora una mirada prospectiva centrada en el desarrollo de habilidades y ocupaciones críticas. En conjunto, ambos instrumentos fortalecen la base técnica para implementar una transición justa sustentada en evidencia, planificación estratégica y diálogo social.

Este enfoque se encuentra en consonancia con los compromisos regionales adoptados por los ministros y ministras de las Américas, incluidos los consensos alcanzados en la Declaración de Punta Cana (20ª Reunión Regional Americana de la OIT 2025), que destacan el desarrollo de habilidades, el fortalecimiento institucional y la concertación social como pilares fundamentales para gestionar las transformaciones productivas y avanzar hacia economías ambientalmente sostenibles.

Deseamos expresar un reconocimiento especial al Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano (INADEH) de Panamá, por su liderazgo técnico y su compromiso con la modernización del sistema formativo.

La OIT reafirma su compromiso de continuar acompañando a Panamá en este proceso, convencida de que invertir en habilidades verdes no es únicamente una política educativa, sino una estrategia fundamental para fortalecer la competitividad, la cohesión social y el desarrollo sostenible del país.

Eliel Hasson Nisis

Director

Oficina de la OIT para América Central, Panamá y República Dominicana



► Agradecimientos

Se expresa un reconocimiento especial al Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano (INADEH) y al Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MITRADEL) por su liderazgo y compromiso en la promoción de políticas de empleo y formación profesional en Panamá.

Se reconoce asimismo al Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE) por su rol en el desarrollo del marco de política climática, en particular respecto a la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0), que orienta este análisis.

La OIT también reconoce la contribución de instituciones públicas, actores sectoriales y personas expertas que participaron en entrevistas, talleres y procesos de validación.

Este estudio fue elaborado por José Miguel Macías, consultor, con la orientación técnica y edición de Rodrigo Mogrovejo, Especialista en Empresas Sostenibles, Transición Justa y Habilidades de la OIT, y Juan José Urbina, Oficial Técnico de Proyectos de la OIT.

Contenido

Prólogo	4
Agradecimientos	5
Listado de siglas y acrónimos	9
Introducción	10
Abordaje metodológico	12
Fase inicial: priorización de sectores	16
Paso 1. Identificación de actividades económicas relevantes	16
Paso 2. Agrupamiento de sectores verdes	16
Paso 3. Priorización de sectores	17
Fase de diagnóstico	20
Etapa 1. Análisis de contexto	22
Energías renovables	22
Gestión integral de residuos	30
Etapa 2. Diagnóstico de capacidades	37
Entorno favorable	37
Capacidades organizacionales	38
Etapa 3. Identificación de habilidades y ocupaciones	39
Necesidades generales	39
Necesidades específicas	40
Etapa 4. Anticipación de la demanda	48
Energías renovables	48
Gestión integral de residuos	49

Etapa 5. Análisis de la oferta de formación	50
Actores clave y estructura del sistema de formación técnica en Panamá	50
Oferta de formación	52
Etapa 6. Propuesta de recomendaciones	52
Recomendaciones transversales	52
Energías renovables	55
Gestión integral de residuos	57
Anexos	61
Anexo 1. Actividades económicas impactadas por los sectores priorizados en el Plan Nacional de Adaptación	61
Anexo 2. Clusterización de actividades económicas en sectores verdes	69
Anexo 3. Criterios de evaluación	72
Anexo 4. Evaluación de sectores	74
Bibliografía	80

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Ejes transversales de la metodología SPEED	12
Ilustración 2. Proceso de SPEED	14
Ilustración 3. Cadena de valor del sector eléctrico	24
Ilustración 4. Cadena de valor de la producción de biocombustibles	27
Ilustración 5. Cadena de valor del sector residuos	32

Índice de recuadros

Recuadro 1. Criterios para la priorización de sectores	18
Recuadro 2. El INADEH	51

Índice de tablas

Tabla 1. Evaluación general de sectores (en porcentajes)	19
Tabla 2. Etapas de la fase de diagnóstico (en porcentajes)	20
Tabla 3. Porcentaje de emisiones derivadas del sector energético por categorías	23
Tabla 4. Porcentaje de emisiones derivadas del sector residuos por sus cuatro subcategorías	30

Índice de gráficos

Gráfico 1. Matriz de la oferta energética de Panamá (en porcentajes)	23
Gráfico 2. Composición de los residuos sólidos (en porcentajes)	31
Gráfico 3. Evolución del empleo global en energías renovables por tecnología (en millones de empleos)	48

► Listado de siglas y acrónimos

AAUD	Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario
AMPYME	Autoridad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
CIUO	Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
GEI	Gases de efecto invernadero
IA	Inteligencia artificial
INADEH	Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ITBMS	Impuesto de Transferencia de Bienes Corporales Muebles y la Prestación de Servicios
ITSE	Instituto Técnico Superior Especializado
MiAMBIENTE	Ministerio de Medio Ambiente
MINSA	Ministerio de Salud
MITRADEL	Ministerio del Trabajo y Desarrollo Laboral
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional (por sus siglas en inglés)
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PEN	Plan Energético Nacional
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RES	Reglamento de Edificación Sostenible
RSA	Evaluación Situacional Rápida
SBN	Soluciones basadas en la naturaleza
SENACYT	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SPEED	Competencias para la productividad, el medio ambiente y la diversificación económica
UNOPS	Oficina de Naciones Unidas de Servicios para Proyectos



► Introducción

La transición hacia una economía baja en carbono, resiliente al cambio climático e inclusiva exige una transformación profunda del mundo del trabajo, impulsada por una compleja interacción entre retos climáticos, cambios tecnológicos y transformaciones demográficas y productivas. Estos desafíos actúan como catalizadores del cambio, generando una demanda creciente de nuevas competencias (tanto técnicas¹ como informáticas² y transferibles³) a través de canales como la innovación tecnológica, la evolución de las cadenas de valor, la regulación ambiental, las preferencias de los consumidores y las prácticas empresariales sostenibles (OIT 2022).

En este contexto, el desarrollo de habilidades desempeña un papel central. Los procesos de recalificación (*reskilling*) y perfeccionamiento (*upskilling*) son fundamentales no solo para responder a nuevas demandas laborales, sino también para reconvertir ocupaciones existentes en consonancia con los compromisos climáticos. Además, el desarrollo de habilidades en el marco de la transición justa desempeña un papel clave para avanzar en la equidad de género en sectores verdes que, coincidentemente, son históricamente masculinizados, como la energía, la construcción o la gestión de residuos.

En este sentido, la transición ecológica representa una oportunidad para rediseñar los marcos de formación y empleo con perspectiva de género e impulsar la participación de mujeres en nuevas áreas de crecimiento. Si no se adoptan medidas explícitas, las brechas de género podrían perpetuarse o incluso aumentar.

La transición ecológica no ocurre de forma aislada, sino que interactúa con otras transformaciones globales, como la digitalización, variaciones en el comercio internacional o cambios demográficos. En este escenario, el desarrollo de habilidades cumple una doble función: impulsa el crecimiento económico al atraer inversiones y permitir el uso de tecnologías limpias y digitales, y, al mismo tiempo, mitiga los impactos negativos del cambio climático y la degradación ambiental. Esta doble función cobra especial relevancia en países con alta vulnerabilidad climática, como Panamá.

Este país, debido a su ubicación geográfica y a su alta vulnerabilidad climática, ocupa el puesto 14 entre los países más susceptibles a los efectos del cambio climático (Minsa 2021). Estos impactos son cada vez más evidentes, y se traducen en una mayor frecuencia y severidad de eventos climáticos extremos (Ruiz y Mack-Vergara 2024), incidiendo directamente en las actividades económicas y, por ende, en el empleo. La elevación del nivel del mar, en particular, representa un riesgo significativo para las comunidades costeras y para la infraestructura crítica del Canal de Panamá, eje central de la economía nacional y del comercio global.

1. Son las habilidades propias de una ocupación específica. Incluyen los conocimientos especializados necesarios para el trabajo; el conocimiento de productos o servicios concretos; la capacidad de manejar herramientas y maquinaria técnica especializadas; y el conocimiento de los materiales con los que se trabaja, a excepción de las competencias informáticas.
2. Son las habilidades relacionadas con el uso de *software*, *hardware* o cualquier otra capacidad relacionada con la tecnología (por ejemplo, programación, análisis de datos, visualización de datos).
3. Son las habilidades relevantes para una amplia gama de ocupaciones y que pueden transferirse fácilmente de un trabajo a otro (por ejemplo, resolución de problemas, trabajo en equipo, habilidades físicas y cualquier otra habilidad conductual).

En respuesta a estos desafíos, Panamá ha elevado su ambición climática mediante su tercera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0), con un fuerte potencial para dinamizar el empleo, incentivar inversiones sostenibles y promover una transformación estructural de sectores clave. Entre los compromisos más relevantes para 2035 destacan una reducción del 11 por ciento de las emisiones de GEI y la restauración de 100.000 hectáreas de ecosistemas (MiAMBIENTE 2025). Asimismo, se prioriza el desarrollo de sistemas agroalimentarios resilientes, la consolidación del sistema de áreas protegidas y el fortalecimiento de la infraestructura hídrica y energética frente a los impactos del cambio climático.

La formulación de una Estrategia de Desplazados Climáticos y la integración del enfoque climático en planes locales de ordenamiento territorial refuerzan el compromiso del país con la justicia climática. Finalmente, la NDC impulsa la transición hacia una economía circular que reduzca en un 50 por ciento la contaminación plástica, así como establecer una línea base nacional de generación y disposición de residuos sólidos urbanos y desperdicio de alimentos, a partir de la cual se implementarán medidas sostenidas para reducir progresivamente la cantidad de desechos enviados a disposición final y el desperdicio en hogares, comercios y cadenas de suministros.

Alcanzar estos objetivos exige inversiones sustantivas en los sistemas de educación y formación técnica, así como la integración del desarrollo de habilidades en las políticas industriales, ambientales y laborales. Ello requiere planificación estratégica, financiamiento, infraestructura adecuada y mecanismos efectivos de articulación institucional y diálogo social.

En este contexto, Panamá ha dado pasos significativos al incorporar de forma explícita el enfoque de transición justa en sus compromisos climáticos. En el Pacto de Panamá con la Naturaleza (MiAMBIENTE 2025) se establece el compromiso de *apostar por una transición justa, que ponga fin a la dependencia de combustibles fósiles y asegure energías limpias y accesibles ante todos*. Por su parte, la NDC asume el compromiso de *incorporar los enfoques de derechos, la igualdad de género, el empoderamiento de niñas y mujeres, la equidad intergeneracional, la creación de oportunidades de trabajo decente y la reducción de la desigualdad y la pobreza en la formulación e implementación de programas y proyectos*, reconociendo los impactos desproporcionados y las desigualdades sociales existentes y fomentando oportunidades y el involucramiento de grupos históricamente excluidos.

En el marco de estos compromisos, el Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MITRADEL) y el Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano (INADEH), con el apoyo técnico de la OIT, han desarrollado el presente estudio, que busca identificar las necesidades de habilidades en sectores estratégicos para la transición ecológica en Panamá, además de generar recomendaciones orientadas a fortalecer la articulación entre las políticas de empleo, formación técnica y cambio climático.

El documento se estructura en seis secciones. La primera es esta introducción, que presenta el contexto, la motivación y los objetivos del estudio. La segunda expone el abordaje metodológico, describiendo los principios, las fases y el enfoque transversal de la metodología SPEED (Competencias para la productividad, el medio ambiente y la diversificación económica, por sus siglas en inglés). La tercera sección aborda la priorización sectorial, detallando los criterios de selección y la justificación de los sectores analizados. La cuarta sección se dedica al diagnóstico sectorial y a la prospectiva de habilidades, incluyendo la identificación de ocupaciones y competencias críticas futuras en los sectores priorizados. La quinta sección presenta un conjunto de recomendaciones para cada sector, relacionadas con formación técnica, reconversión laboral, inclusión y sostenibilidad. La sexta sección presenta propuestas transversales relativas a políticas, gobernanza e institucionalidad del proceso. Finalmente, la séptima sección ofrece una reflexión de cierre con consideraciones para la implementación futura.

► Abordaje metodológico

El presente análisis se sustenta en la metodología SPEED (Competencias para la productividad, el medio ambiente y la diversificación económica, por sus siglas en inglés), desarrollada por la OIT. Esta metodología proporciona un marco sistemático para analizar las necesidades de competencias actuales y futuras, identificando retos en todo el sistema y facilitando al mismo tiempo una transición justa hacia sociedades y economías ambientalmente sostenibles. Ayuda, asimismo, a formular políticas en materia de habilidades y a integrarlas en los procesos de desarrollo industrial y en las políticas climáticas y ambientales (OIT 2025).

La metodología SPEED se centra en tres objetivos clave: i) identificar y anticipar las necesidades de habilidades y los desafíos en los sectores priorizados; ii) evaluar las capacidades de los proveedores de formación para responder a la demanda emergente; y iii) diseñar una estrategia sectorial de competencias basada en las necesidades y el consenso de los actores clave. En este sentido, el estudio busca no solo reconocer las competencias prioritarias requeridas en la transición hacia una economía verde, sino también aportar insumos estratégicos para el diseño de programas formativos pertinentes, inclusivos y sostenibles.

Este enfoque parte de una premisa fundamental: la identificación y el fortalecimiento de habilidades no puede abordarse de forma aislada, sino que debe integrarse en las dinámicas más amplias de transformación productiva. Para ello, SPEED se estructura en torno a cuatro ejes principales,

► Ilustración 1. Ejes transversales de la metodología SPEED



Fuente: OIT 2025.

En este sentido, los objetivos permiten:

- ▶ anticipar y abordar las repercusiones en las competencias de la *transición verde*, ya sea atenuando los efectos del cambio climático, las medidas de adaptación al mismo, y los esfuerzos más amplios para fomentar la sostenibilidad ambiental;
- ▶ formular recomendaciones en materia de competencias específicas de cada actividad económica que fomenten el *crecimiento sectorial* y la *mejora de la productividad*;
- ▶ facilitar la *diversificación económica* a través de inversiones estratégicas en aquellas competencias que proporcionen beneficios económicos, ambientales y sociales.



El enfoque de SPEED comprende cuatro fases sucesivas y un quinto componente que abarca todas las fases. Además, puede incluir la elaboración opcional de una estrategia sectorial de competencias.

► Ilustración 2. Proceso de SPEED



Fuente: OIT 2025.

► Fase inicial

Consiste en una evaluación técnica orientada a la priorización y selección de sectores para un estudio más profundo, alineando la selección con las actividades económicas impactadas por los compromisos en materia de cambio climático.

► Fase de diagnóstico

Comprende un análisis detallado del contexto productivo, ambiental y laboral de los sectores priorizados, así como la identificación prospectiva de ocupaciones y competencias clave.

► Fase de desarrollo de la estrategia

Esta etapa permite construir una hoja de ruta con medidas concretas de política, institucionalidad y acción empresarial.

► Fase de implementación

Implica la ejecución de un subconjunto de acciones prioritarias con los actores sectoriales. Esta fase puede incluir el diseño de programas de formación, intervenciones piloto o mecanismos institucionales de articulación.

De forma transversal a estas etapas, el componente de *gobernanza del proyecto* se enfoca en impulsar la apropiación nacional y sectorial del proceso. Esto se logra a través de fortalecer las estructuras de gobernanza, desarrollar capacidades institucionales y fomentar el diálogo social, garantizando así la sostenibilidad de los resultados y una respuesta coordinada a los desafíos de la transición justa.

En el caso de este estudio, el análisis se ha concentrado en las dos primeras fases de la metodología SPEED: la priorización de sectores y el diagnóstico sectorial. Como parte del diagnóstico, se incluye una sección en la que se presentan recomendaciones que puedan contribuir a formular una hoja de ruta en una fase posterior de desarrollo de la estrategia. Este documento no pretende ser una relatoría exhaustiva del proceso, sino un insumo técnico que sirva de base para la fase de implementación y que, en calidad de documento vivo, pueda orientar el desarrollo progresivo de acciones en materia de desarrollo de competencias para la transición justa.





► Fase inicial: priorización de sectores

La selección de los sectores prioritarios es un proceso crítico, ya que define la orientación de los análisis posteriores y la formulación de recomendaciones. Elegir adecuadamente los sectores a estudiar permite enfocar los esfuerzos de diagnóstico y planificación en aquellos ámbitos de la economía con mayor potencial de transformación, impacto ambiental y generación de empleo verde. Asimismo, asegura la alineación con los compromisos climáticos del país y con sus estrategias de desarrollo productivo. En este contexto, la priorización de sectores en este estudio se desarrolló a través de tres pasos.

Paso 1. Identificación de actividades económicas relevantes

En el primer paso se identificaron las actividades económicas más relevantes para el cumplimiento de los compromisos ambientales de Panamá. Es importante señalar que los sectores económicos definidos en las políticas climáticas —como las NDC o el Plan Nacional de Adaptación (MiAMBIENTE 2025)— no siempre coinciden directamente con las clasificaciones económicas tradicionales con que se abordan las políticas laborales. Y es que estos sectores económicos derivan de un estándar global basado en las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), mientras que las clasificaciones económicas parten de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) desarrollada por Naciones Unidas. Por ello, para definir las actividades económicas más relevantes se realizó un ejercicio de cruce en el que se contrastan los sectores priorizados en el Plan Nacional de Adaptación con las actividades económicas de la CIIU. Este cruce, detallado en el Anexo 1, permitió reconocer un total de 40 actividades económicas relevantes.

Paso 2. Agrupamiento de sectores verdes

Dado que muchas de estas actividades identificadas en el paso anterior compartían procesos productivos, ocupaciones y habilidades, y que utilizaban insumos similares, prestaban servicios complementarios o funcionaban como eslabones dentro de cadenas de valor vinculadas con la economía verde, se procedió a agruparlas en clústeres sectoriales (véase el Anexo 2). El resultado fue que se consolidaron seis grandes sectores de la economía verde, permitiendo una lectura más integrada del tejido productivo, coherente con la lógica de encadenamientos, y mejor alineada con los objetivos del desarrollo sostenible y la transición justa.



1. Producción agropecuaria sostenible y servicios ambientales

Abarca desde la implementación de cultivos agroecológicos y pesca sostenible hasta el manejo forestal enfocado tanto en productos maderables como no maderables. Se complementa con servicios ambientales cruciales, como la gestión y conservación de reservas naturales, la gestión forestal y la investigación científica aplicada al medio ambiente.



2. Energía renovable

Integra la cadena de valor de las energías limpias, desde la fabricación de equipos fotovoltaicos y la producción de biocombustibles y biogás hasta la construcción de proyectos de generación. Comprende además la generación, la transmisión y la instalación de ecotecnologías, así como la intermediación y el corretaje para el desarrollo del mercado.



3. Turismo sostenible

Se enfoca en el desarrollo de experiencias turísticas de bajo impacto ambiental, articulando una oferta de hospedajes sostenibles con los servicios de agencias de viaje y operadores turísticos. Su modelo se basa en la gestión y conservación de reservas naturales y biodiversidad como activo principal del destino.



4. Gestión del agua

Comprende el ciclo integral del agua, abarcando tanto la captación, el tratamiento y el suministro para consumo, como la evacuación y el saneamiento de aguas residuales. Incluye la construcción y modernización de la infraestructura hídrica necesaria para garantizar una gestión eficiente del recurso.



5. Construcción sostenible

Abarca el ciclo de vida completo de las edificaciones y de la infraestructura, partiendo del diseño arquitectónico bioclimático y del paisajismo sostenible. Contempla la construcción de edificaciones eficientes, obras de infraestructura resiliente, la demolición selectiva para el reaprovechamiento de materiales y la instalación de ecotecnologías.



6. Gestión integral de residuos

Se orienta a la transición hacia una economía circular, integrando la recolección, el transporte, el tratamiento y la eliminación de residuos. Se enfoca en la recuperación de valor mediante el reciclaje de diversos materiales, la reparación de bienes para extender su vida útil, la construcción de infraestructura de gestión y el desarrollo de un mercado de comercio para materiales de desecho.

Paso 3. Priorización de sectores

Para la selección final, los seis sectores verdes identificados fueron sometidos a una evaluación integral, con el objetivo de definir de manera objetiva y consensuada aquellos que presentan mayores oportunidades de transformación productiva, generación de empleo verde e impacto estratégico. Además, esta priorización ofrece una base técnica que podrá servir como referencia para futuras intervenciones en sectores con niveles de prioridad distintos, garantizando un enfoque escalonado, realista y alineado con los objetivos nacionales. La evaluación se realizó con base en cinco criterios derivados de la metodología SPEED, que permiten diferenciar entre sectores de manera estructurada y objetiva.

Recuadro 1. Criterios para la priorización de sectores

- ▶ **Potencial de empleo y calidad de los empleos:** considera el potencial del sector para generar empleos verdes, tanto en términos de cantidad como de calidad del empleo.
- ▶ **Exposición a tendencias perturbadoras:** analiza si el sector se enfrenta a transformaciones estructurales impulsadas por factores como el cambio tecnológico, la digitalización o dinámicas comerciales internacionales.
- ▶ **Potencial para que las competencias mejoren el rendimiento del sector:** evalúa en qué medida el desarrollo de habilidades y competencias puede aumentar la productividad, la sostenibilidad y la competitividad del sector.
- ▶ **Responsabilización y participación de los asociados:** mide el grado de compromiso e involucramiento de los actores sectoriales clave en espacios de diálogo social y su disposición a implementar acciones concretas hacia una transición justa.
- ▶ **Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales:** considera si el sector se ha priorizado en planes de desarrollo económico, estrategias de diversificación productiva o industriales, y si se lo ha incluido en las políticas climáticas del país.

Cada criterio fue calificado en una escala del 1 al 3, en la que 3 representa el mayor puntaje (para los criterios de evaluación completos, véase el Anexo 3). La asignación de puntajes se basó en investigación documental, revisión de políticas y análisis de datos secundarios. Esta evaluación fue posteriormente validada a través de un taller que contó con la participación de representantes de INADEH, especialistas técnicos, representantes de organizaciones de trabajadores, organizaciones de empleadores y organizaciones de la sociedad civil.

Como resultado de este ejercicio (véase el Anexo 4 para la evaluación completa), los sectores que obtuvieron el mayor puntaje fueron Energía Renovable y Gestión Integral de Residuos, de modo que fueron seleccionados para avanzar hacia la fase de diagnóstico detallado.

► Tabla 1. Evaluación general de sectores (en porcentajes)

Sector	Potencial de empleo y calidad de los empleos	Exposición a tendencias perturbadoras	Potencial para que las competencias mejoren el rendimiento de los sectores	Responsabilidad y participación de los asociados	Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales	Promedio
Energías renovables	3	3	3	3	3	3,0
Gestión integral de residuos	3	3	3	2	3	2,8
Construcción sostenible	2	2	3	3	3	2,4
Producción agropecuaria sostenible y servicios ambientales	2	2	3	2	3	2,4
Turismo sostenible	2	2	3	3	2	2,4
Gestión del agua	2	2	2	2	3	2,2

Fuente: elaboración propia



► Fase de diagnóstico

La fase de diagnóstico constituye el componente central del proceso metodológico, ya que permite comprender en profundidad las condiciones actuales de los sectores priorizados y determinar las necesidades específicas para facilitar una transición justa. A través de esta fase se identifican las oportunidades y los cuellos de botella que afectan el desempeño de los sectores verdes, al tiempo que se generan insumos clave para la formulación de acciones, programas y políticas públicas.

El diagnóstico se desarrolla con un enfoque sistémico y participativo, articulando diversas fuentes de información cuantitativa y cualitativa, así como el conocimiento técnico de actores clave. Esta aproximación permite mapear las principales barreras que enfrentan los sectores en materia de capacidades productivas, desarrollo de competencias, inclusión laboral, innovación y sostenibilidad. De igual forma, se identifican los instrumentos existentes y los vacíos institucionales que inciden sobre el potencial de transición justa.

Esta fase se organiza en torno a seis etapas de estudio: i) Análisis de contexto; ii) Diagnóstico de capacidades; iii) Identificación de habilidades y ocupaciones; iv) Anticipación de la demanda; v) Análisis de la oferta de formación; y vi) Respuesta propuesta.

► Tabla 2. Etapas de la fase de diagnóstico (en porcentajes)

Etapa 1. Análisis de contexto	
	En la primera etapa se ahonda en la elaboración del perfil del sector, explorando sus principales características en términos cuantitativos y cualitativos, y analizando el entorno empresarial, prestando particular atención a la transición ecológica y a sus perspectivas futuras.
Etapa 2. Diagnóstico de capacidades	
	En esta etapa se identifican las brechas entre las capacidades empresariales actuales del sector y aquello que se necesita para lograr la visión de crecimiento establecida. Estas capacidades pueden derivarse de su fuerza de trabajo cualificada, su infraestructura, su propiedad intelectual, las conexiones del sector en la cadena de valor y otros factores.
Etapa 3. Identificación de habilidades y ocupaciones	
	En esta etapa se identifica el tipo de competencias necesarias para subsanar déficits clave de capacidades empresariales, identificando ocupaciones pertinentes y teniendo en cuenta asimismo los avances tecnológicos y la transición ecológica. También en esta etapa se identifican carencias persistentes de competencias, que entorpecen el rendimiento del sector y que no se resolverán por sí solas, aunque no estén alineadas directamente con los principales déficits de capacidades empresariales.



Etapa 4. Anticipación de la demanda

En esta etapa se busca estimar la demanda futura de personal calificado y de habilidades específicas para los sectores priorizados, considerando distintos escenarios de crecimiento, transformación productiva y transición ecológica. Este ejercicio permite orientar de forma más precisa la planificación formativa y ajustar las estrategias de desarrollo de competencias a las necesidades reales del mercado laboral verde.



Etapa 5. Análisis de la oferta de formación

Esta etapa se centra en identificar carencias y brechas entre la oferta y la demanda de competencias, tanto actuales como futuras, en ocupaciones clave. El análisis también identifica limitaciones en la oferta de competencias en todo el sistema, examinando los sistemas de educación y formación y los mecanismos de anticipación de competencias, a fin de determinar las posibles causas institucionales de este desajuste.



Etapa 6. Propuesta de recomendaciones

En esta etapa se formulan recomendaciones integrales que abordan tanto las necesidades inmediatas como los desafíos estructurales de mediano y largo plazo, con el objetivo de fortalecer el ecosistema de desarrollo de competencias en sectores verdes. Las propuestas se basan en los hallazgos de las etapas previas y se orientan a facilitar una transición justa mediante intervenciones concretas que consideren todos los niveles del sistema formativo y productivo.



En las secciones siguientes se presenta el análisis detallado de cada una de las etapas mencionadas, desagregado por sector priorizado.

Etapas 1. Análisis de contexto

Esta etapa tiene como propósito construir una comprensión integral de los sectores priorizados mediante un análisis estructurado de su perfil productivo, sus principales dinámicas empresariales y su grado de preparación frente a los procesos de transición ecológica. Es una etapa que abarca tanto la caracterización cuantitativa y cualitativa del sector como el análisis de su cadena de valor, identificando las fases productivas, los actores clave y las interdependencias que configuran su funcionamiento actual.

Asimismo, se incorporan los denominados motores de cambio, es decir, aquellos factores que inciden de forma directa en la transformación de los modelos de negocio hacia prácticas más sostenibles. Entre ellos destacan las regulaciones y políticas públicas que promueven la sostenibilidad, el avance de tecnologías verdes y la digitalización, las nuevas exigencias del mercado y el comportamiento de los consumidores, así como los cambios en las dinámicas del comercio internacional y las cadenas de suministro. Esta mirada estratégica permite establecer una base sólida para el diagnóstico posterior de capacidades, habilidades y oportunidades de intervención.

Energías renovables

El sector energético es el principal responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Panamá, concentrando el 65,5 por ciento del total nacional. Dentro de este sector, el transporte aporta el 54,4 por ciento de las emisiones; le siguen las industrias manufactureras, la construcción y la generación de electricidad y calor (MiAMBIENTE 2024).

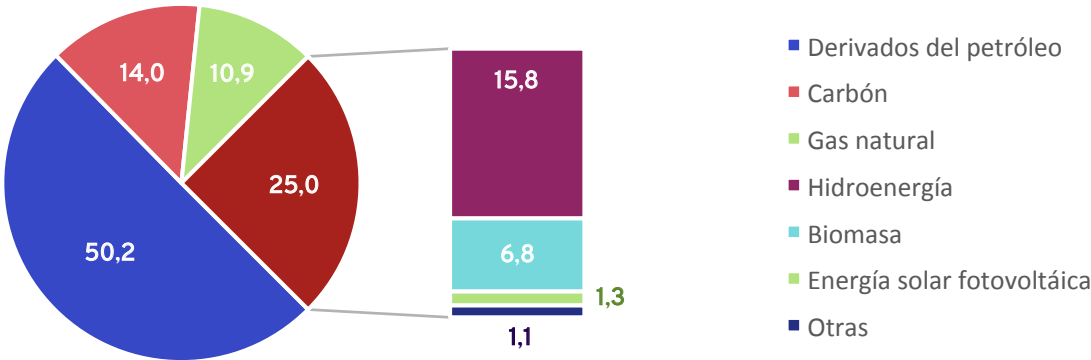
► **Tabla 3. Porcentaje de emisiones derivadas del sector energético por categorías**

Categorías	Porcentaje
Transporte	54,4
Aviación civil	0,3
Transporte terrestre	35,2
Navegación marítima y fluvial	18,8
Industrias manufactureras y de la construcción	28,6
Producción de electricidad y calor como actividad principal	11,4
Otros sectores	5,6

Fuente: elaboración propia con datos de MiAMBIENTE 2024.

A pesar de contar con una abundante disponibilidad de recursos naturales —como radiación solar, vientos y fuentes hídricas—, la matriz energética de Panamá continúa mostrando una elevada dependencia respecto de los combustibles fósiles, los que representan el 75,1 por ciento de la oferta energética nacional. Esta paradoja se acentúa con la limitada participación de la energía solar, que apenas alcanza un 1,3 por ciento del total, a pesar de los altos niveles de radiación en el país y de la reducción sostenida de costos en tecnologías fotovoltaicas.

► **Gráfico 1. Matriz de la oferta energética de Panamá (en porcentajes)**



Fuente: elaboración propia con datos de MiAMBIENTE 2024.

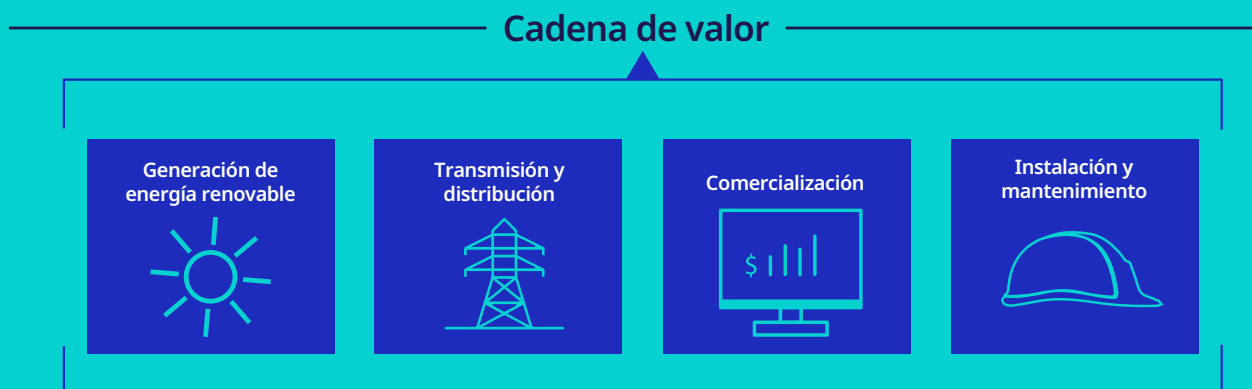
Panamá ha iniciado una transformación profunda de su matriz energética a través de políticas que promueven la eficiencia, la descentralización y las energías renovables. Entre las acciones más relevantes figuran: i) el desarrollo de biocombustibles como vector energético para descarbonizar sectores industriales y de transporte; ii) la reducción de la intensidad energética a través de mejoras en la eficiencia del consumo en sectores productivos, transporte y edificaciones; iii) la promoción de la generación distribuida⁴ para fortalecer la participación ciudadana; y iv) el desarrollo de infraestructura eléctrica resiliente, incluyendo redes inteligentes y mayor adaptación al cambio climático.

El sector energético es amplio y abarca múltiples actividades y cadenas de valor. En el marco de este estudio, se han priorizado dos aristas para su análisis: en primer lugar, la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, considerando su potencial para transformar la matriz energética nacional; en segundo lugar, la producción de biocombustibles, debido a la alta incidencia del transporte en las emisiones nacionales y al rol estratégico que estos vectores energéticos pueden desempeñar en la descarbonización del sector.

4. La generación distribuida es un modelo de producción eléctrica a pequeña escala mediante fuentes renovables (como los paneles solares) instaladas cerca del punto de uso.

Cadena de valor de la producción de energía renovable

► Ilustración 3. Cadena de valor del sector eléctrico



Fuente: elaboración propia.

Generación de energía renovable

Esta etapa comprende una serie de procesos mediante los cuales se transforma la energía contenida en recursos naturales (como el agua, el sol y el viento) en electricidad, utilizando tecnologías limpias, (como las hidroeléctricas, paneles fotovoltaicos o aerogeneradores). La generación puede clasificarse en dos modalidades según su tamaño: generación centralizada y generación distribuida. Está orientada principalmente al autoconsumo de la energía generada, aunque también permite al usuario inyectar y comercializar los excedentes a menor escala en la red eléctrica principal. Por su parte, la generación centralizada implica la producción masiva de electricidad, generalmente mediante plantas solares, parques eólicos o centrales hidroeléctricas interconectadas al sistema eléctrico nacional.

Estos proyectos demandan altos niveles de inversión, planificación territorial y coordinación institucional, y suelen ser intensivos en mano de obra tanto en sus fases de construcción como en las de operación y mantenimiento.

Panamá se ha propuesto alcanzar una participación mínima del 70,4 por ciento de fuentes renovables en su matriz eléctrica para 2030, lo que implica la instalación de aproximadamente 2 GW de nueva capacidad de generación. Para cumplir con esta meta, se están desarrollando diversos proyectos estratégicos que ya cuentan con licencias definitivas o están en fases avanzadas de planificación. Un aspecto crítico de estos desarrollos es su localización, predominantemente en zonas rurales alejadas de los centros urbanos, que son los que concentran tanto la oferta de personal técnico calificado como las instituciones de formación. Esto implica la necesidad de diseñar estrategias específicas para el desarrollo local de capacidades, así como de generar esquemas para atraer e involucrar a población que tradicionalmente no ha estado vinculada al sector energético, particularmente en áreas técnicas.

En materia de generación distribuida, Panamá experimenta un crecimiento exponencial, impulsado de manera predominante por la energía solar fotovoltaica. Solo en 2024 se sumaron más de 143 MW de capacidad solar al sistema. El país cuenta con un vasto potencial técnico-económico sin explotar, estimado en más de 1.450 MW; esto representa una oportunidad de negocio superior a los 2.000 millones de dólares (PNUMA 2021).

La expansión de la generación distribuida tiene efectos considerables en la demanda de habilidades. Por un lado, dinamiza sectores esenciales para su desarrollo, como los servicios financieros y los servicios de construcción e ingeniería civil, cuyas ocupaciones requerirán procesos de reentrenamiento y actualización técnica. Además, a diferencia de la generación centralizada, este modelo facilita el surgimiento y la consolidación de pequeñas y medianas empresas especializadas en la instalación, el mantenimiento y el financiamiento de sistemas de autoconsumo. Esto no solo amplía la base empresarial

del sector energético, sino que también diversifica y transforma el perfil ocupacional requerido, impulsando la demanda de nuevas competencias en áreas como eficiencia energética, tecnologías inteligentes y gestión descentralizada de energía.

Transmisión y distribución

Esta etapa comprende el transporte de la energía eléctrica desde los centros de generación hasta los puntos de consumo final, mediante redes de transmisión de alta tensión instaladas en torres y líneas que conectan con subestaciones, centros de distribución y, finalmente, con los usuarios residenciales, comerciales e industriales. La transmisión y la distribución constituyen uno de los principales desafíos en materia de seguridad energética para Panamá. Factores como el aumento de temperaturas, la electrificación del transporte, la digitalización de procesos productivos y el crecimiento urbano acelerado están incrementando la demanda eléctrica, lo que podría saturar la infraestructura existente. Además, el sistema actual de transmisión y distribución presenta una alta vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, como huracanes y tormentas, a los cuales Panamá está muy expuesto.

Aunque la saturación de la red de transmisión eléctrica en Panamá no es actualmente un problema generalizado, existen preocupaciones sobre la capacidad de la red para manejar el crecimiento futuro de la demanda y la generación de energía renovable. El propio Plan Energético Nacional (PEN) 2015-2050 documentaba retrasos significativos en la construcción de la Tercera Línea de Transmisión, y ya anticipaba la necesidad urgente de una cuarta línea para 2020.

Este desfase entre la creciente generación y la capacidad de transmisión crea un riesgo tangible y en aumento de congestión de la red: la nueva capacidad de generación renovable no puede ser despachada eficientemente por falta de capacidad en las líneas de transmisión. Esta situación no solo limita el crecimiento real de las energías renovables y reduce el retorno de la inversión para los generadores, sino que también puede aumentar los costos operativos del sistema y, en última instancia, amenazar la fiabilidad del suministro eléctrico. Actualmente, la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) ha estado trabajando en proyectos de expansión y fortalecimiento de la red para evitar problemas de saturación y garantizar un suministro eléctrico confiable.

Comercialización

En materia de generación central, esta etapa incluye todas las actividades relacionadas con compra, venta y suministro de electricidad. Respecto a la generación, incluye la negociación de contratos de suministro, la fijación de precios, la facturación y el servicio al cliente.

En cuanto a los mecanismos de mercado, el Estado utiliza licitaciones públicas como la principal herramienta para contratar nueva capacidad de generación. A menudo estas licitaciones se convocan por tipo de tecnología, lo que permite al gobierno dirigir la composición de la matriz energética y cumplir con las metas del PEN. Sin embargo, la legislación establece límites porcentuales a la cantidad de energía solar y eólica que puede ser contratada a través de estas acciones. Probablemente esta medida haya sido diseñada para garantizar la estabilidad de la red ante la intermitencia de estas fuentes, pero también podría limitar su crecimiento si no se gestiona con flexibilidad.

En el caso de la generación distribuida, la comercialización se considera la primera fase de la cadena. Como se mencionó anteriormente, Panamá está viviendo un auge en la adopción de sistemas de generación distribuida, motivado por una creciente viabilidad económica para los consumidores y un marco de medición neta⁵ particularmente favorable. No obstante, esta tendencia enfrenta desafíos, especialmente la existencia de un límite de penetración para la generación distribuida (actualmente fijado en 3 por ciento), concebido como una medida de precaución para preservar la estabilidad del sistema eléctrico. Al alcanzar este umbral, las empresas del sector están obligadas a instalar ecotecnologías de almacenamiento desconectadas de la red, lo que incrementa los costos de inversión,

5. La medición neta o *net metering* es un mecanismo de facturación que, mediante un medidor bidireccional, registra tanto la energía que un usuario consume de la red eléctrica como los excedentes que inyecta desde su propio sistema de generación (por ejemplo, paneles solares). Al final del período, el cliente paga solo por el balance neto. Si la energía generada supera a la consumida, el usuario acumula un crédito energético a su favor para usar en meses posteriores.

alarga los períodos de amortización y, en consecuencia, reduce la demanda del mercado y limita la generación de empleos.

Además, Panamá enfrenta importantes desafíos para garantizar el acceso universal a la energía eléctrica, particularmente en zonas rurales y de difícil acceso. Muchas de estas áreas se localizan en comarcas indígenas o regiones remotas, donde el suministro eléctrico es limitado o inexistente y los costos de expansión de la red centralizada son elevados. En este contexto, la generación distribuida es una solución viable para atender las necesidades energéticas de estas comunidades. No obstante, su implementación requiere un enfoque integral que combine la instalación de sistemas de auto-generación con estrategias sostenidas de formación de habilidades. Esto incluye tanto competencias técnicas para la operación y el mantenimiento de los equipos, como capacidades en materia de emprendimiento comunitario. En este último aspecto, se abre la posibilidad de promover modelos asociativos, como las cooperativas de generación, que podrían facilitar la gestión local de la energía y generar beneficios económicos inclusivos y sostenibles.

Instalación y mantenimiento

Como su nombre lo indica, esta etapa abarca el conjunto de procedimientos necesarios para montar, configurar, poner en funcionamiento y brindar soporte técnico a las ecotecnologías de generación y almacenamiento energético. A diferencia de otras fases de la cadena de valor, esta etapa presenta una elevada demanda de personal técnico capacitado, ya que requiere conocimientos específicos sobre instalación eléctrica, seguridad industrial, normativas locales y operación de tecnologías limpias.

En el caso de la generación centralizada, la instalación de plantas solares, eólicas o hidroeléctricas requiere un volumen significativo de mano de obra, particularmente durante la fase de construcción, lo que la convierte en una de las principales fuentes de empleo dentro del sector. Aunque estos empleos son mayoritariamente temporales, las habilidades adquiridas pueden transferirse a las fases de operación y mantenimiento, fortaleciendo la empleabilidad de las personas trabajadoras en el mediano plazo.

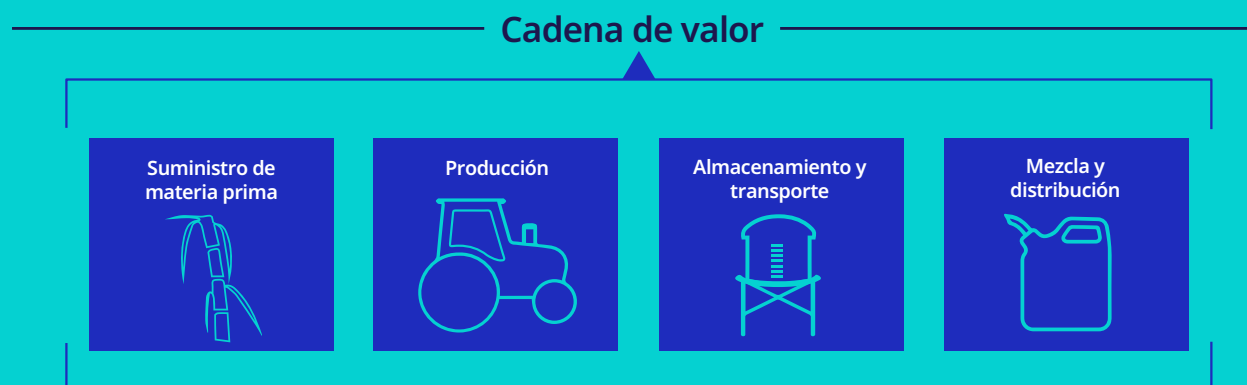
Por su parte, la generación distribuida presenta una dinámica distinta: al centrarse en soluciones de pequeña escala orientadas al autoconsumo, abre oportunidades para la creación de emprendimientos locales en instalación, comercialización y financiamiento de ecotecnologías. Dado que estas tecnologías modernas tienden a requerir poco mantenimiento en sitio, la instalación se convierte en el eslabón principal de generación de empleo. Esto implica que la sostenibilidad de estas ocupaciones dependerá en buena medida de la expansión continua del mercado, lo que demanda un entorno normativo y financiero favorable que permita superar las actuales limitaciones de penetración.

Ambos modelos implican importantes retos y oportunidades en términos de formación de habilidades. Se requiere activar procesos de reentrenamiento dirigidos a técnicos y profesionales provenientes de sectores tales como la electricidad, la ingeniería civil o la construcción, cuyos perfiles pueden adaptarse con relativa facilidad a las exigencias del sector energético renovable.



Cadena de valor de la producción de biocombustibles

► Ilustración 4. Cadena de valor de la producción de biocombustibles



Fuente: elaboración propia.

Suministro de materia prima

Esta primera etapa corresponde a las actividades agrícolas destinadas a la recolección, el acopio y el acondicionamiento de las materias primas necesarias para la producción de bioetanol. En el caso de Panamá, el cultivo evaluado como fuente potencial es la caña de azúcar.

Desde el punto de vista regulatorio, un hito clave fue la autorización del uso de bioetanol anhidro como aditivo para mezclarlo con gasolina, lo que incentivó la ampliación de áreas cultivadas (20 mil hectáreas adicionales) y la ampliación de la zafra por dos meses. Esto ha estimulado el interés por asegurar un suministro estable de biomasa con calidad técnica compatible con los procesos de transformación.

La relevancia de esta etapa en la cadena de valor radica en que la calidad, la disponibilidad y la sostenibilidad del suministro de biomasa determinan la viabilidad técnica y económica del biocombustible. Además, esta etapa tiene una fuerte vinculación con el sector agrícola, y es una fuente directa de generación de empleo en el área rural y a nivel logístico. Sin embargo, presenta desafíos en términos de calidad del empleo, acceso a incentivos productivos, brechas de género y disponibilidad de asistencia técnica. En materia de habilidades, la adopción masiva de biocombustibles como el etanol resultaría en la necesidad de recalificar al personal ocupado en clasificar y procesar residuos valorables en el sector agrícola.

Producción

Esta segunda etapa corresponde a la producción de bioetanol mediante tres procesos principales. El primero se enfoca en la preparación de mostos para extraer el jugo de la caña, que se utiliza en el segundo proceso, la fermentación, en el que levaduras transforman los azúcares presentes en el mosto en etanol y dióxido de carbono. Finalmente, la destilación es cuando se separa los subproductos para obtener un líquido concentrado. En caso de que se lo vaya a utilizar como aditivo en gasolina, a menudo se requiere una etapa adicional de deshidratación para obtener bioetanol anhidro.

La industria azucarera panameña tiene una posición dominante en la cadena de valor: representa el 77,7 por ciento de la producción total nacional de caña de azúcar (OIT 2019). Aunque Panamá tiene una sólida base agroindustrial azucarera con cuatro ingenios operando, actualmente no cuenta con plantas de producción comercial de bioetanol; solo existen algunas plantas piloto en recintos universitarios. Por tanto, los planes gubernamentales apuntan a reactivar esta industria hacia 2026, pero requerirá inversiones significativas en nuevas destilerías y en expansión de cultivos.

En términos de empleo, para esta etapa se requiere la generación de empleos con una amplia gama de habilidades con conocimientos técnicos específicos y con capacidad para trabajar en un entorno industrial. Combina la reconversión de la mano de obra existente con la creación de empleos técnicos y especializados en ingeniería, operación, mantenimiento y control, lo que representa una mejora significativa en las oportunidades laborales para la fuerza de trabajo del país. Además, representa un pilar fundamental en la industria de los biocombustibles.

Almacenamiento y transporte

Esta última etapa está vinculada al almacenamiento y al transporte seguro del bioetanol hacia centros de acopio y centros de mezcla. Para ello, se lo almacena en tanques diseñados conforme a estrictas normas de seguridad, con el fin de prevenir fugas y riesgos de combustión.

En Panamá, la Zona Especial Económica y Portuaria de Aguadulce, ubicada en la provincia de Coclé, se ha consolidado como el principal centro de acopio de etanol. Esta ubicación facilita la logística para la distribución y la mezcla con gasolina, lo cual optimiza la cadena de valor al reducir los costos de transporte.

Aunque esta etapa es relevante para la cadena de valor, su contribución al empleo es limitada: requiere perfiles especializados y técnicos y no genera empleo masivo. Precisa procesos de reconversión y especialización de la mano de obra, centrados en los protocolos de manejo de combustibles inflamables y en el uso de la infraestructura de almacenamiento, para garantizar eficiencia y seguridad en el traslado del bioetanol.

Mezcla y distribución

En esta etapa, el bioetanol se mezcla con gasolina en proporciones determinadas, en centros de mezcla o plantas de *blending* especializadas. En algunos países, se comercializan mezclas como la E85, que integra un 85 por ciento de bioetanol y un 15 por ciento de gasolina. Posteriormente, el biocombustible se distribuye a estaciones de servicio u otros puntos de consumo final.

A pesar de que Panamá dispone de importantes terminales portuarias que podrían ser adaptadas para operaciones de mezclado, actualmente el país no cuenta con plantas de *blending* ni con centros de mezcla especializados.

Por ello, si bien esta etapa no generará empleo masivo, sí implicará una demanda de perfiles técnicos especializados para garantizar que el bioetanol llegue adecuadamente al consumidor final. Estos puestos pueden ser cubiertos con personal que tenga experiencia en la industria de combustibles, a través de procesos de reconversión en habilidades técnicas relacionadas con la operación y el mantenimiento de la infraestructura de mezclado de bioetanol.

Motores del cambio

Regulaciones, políticas y estándares

El entorno regulatorio en Panamá ha sido un habilitador clave para el crecimiento del sector energético sostenible, particularmente a través de un conjunto de incentivos fiscales y económicos que lo hacen competitivo frente a alternativas convencionales. En el ámbito de la generación eléctrica a partir de fuentes renovables, al momento de elaborar este informe el país había implementado un atractivo paquete de medidas, entre las que destacan: i) la exoneración de impuestos de importación para equipos, materiales y repuestos destinados a la construcción y operación de centrales de energía renovable; ii) la exoneración del Impuesto de Transferencia de Bienes Corporales Muebles y la Prestación de Servicios (ITBMS) para la importación y compra local de dichos insumos; iii) la aplicación de un crédito fiscal de hasta el 5 por ciento del valor de la inversión sobre el impuesto sobre la renta durante los primeros años de operación; y iv) la posibilidad de depreciación acelerada de los equipos. Estas disposiciones han contribuido a generar un entorno de inversión favorable que acelera el desarrollo de proyectos renovables de gran escala.

Sin embargo, en el caso de la generación distribuida, persisten ciertos retos regulatorios. Aunque el marco normativo contempla esquemas de medición neta que facilitan el autoconsumo y la inyección de excedentes a la red, estos beneficios se ven limitados por el establecimiento de un tope máximo de penetración. Esta restricción no solo reduce el atractivo del modelo para nuevos usuarios, sino que también puede afectar el dinamismo de las pequeñas empresas que dependen de la expansión de este mercado.

Otro marco regulatorio que propicia la aceleración en la adopción de ecotecnologías es el Reglamento de Edificación Sostenible (RES), de cumplimiento obligatorio. Esta regulación exige a las nuevas edificaciones cumplir con estrictos estándares de eficiencia energética; la normativa incentiva a los desarrolladores a integrar soluciones tales como paneles solares fotovoltaicos para autoconsumo.

En el ámbito de los biocombustibles, Panamá ha adoptado una hoja de ruta ambiciosa para la incorporación progresiva de mezclas de bioetanol anhidro en las gasolinas. Según la Resolución N° MIPRE-2024-001078, la introducción del etanol se realizará por fases: en abril de 2026 se exigirá una mezcla al 5 por ciento en zonas clave del país; en septiembre de ese mismo año se ampliará la mezcla al 5 por ciento en todo el territorio nacional; para abril de 2027 la proporción se elevará al 7 por ciento, y se alcanzará un 10 por ciento en abril de 2028. Este programa, resultado de un proceso técnico e institucional de ocho meses, considera aspectos agrícolas, financieros, logísticos, regulatorios y ambientales, y busca dinamizar la economía rural, reducir las emisiones del transporte, estimular inversiones en infraestructura y mejorar la seguridad energética del país.

Tecnología verde, digitalización e innovación

En los últimos años las tecnologías ambientales, como paneles fotovoltaicos y baterías, han experimentado una reducción de costos muy significativa, impulsada por avances tecnológicos y economías de escala. Por ejemplo, los precios de los módulos solares han caído aproximadamente un 90 por ciento en la última década, con una tendencia que continúa a la baja (EAVE 2024).

Asimismo, las baterías de iones de litio han visto una disminución de precio aún más drástica: su costo ha bajado de USD 1.400 por kWh en 2010 a menos de USD 140 en 2023 (IEA 2024). Esto, sumado a una caída de alrededor del 40 por ciento en los precios de almacenamiento energético en 2024 y a una reducción del 22 por ciento en el costo nivelado de electricidad de sistemas solares con baterías (Lewis 2025), ha hecho que estas ecotecnologías resulten mucho más accesibles.

A la par de esta disminución de precios, el desarrollo de soluciones digitales ha mejorado significativamente la eficiencia en el uso de la energía. Herramientas basadas en inteligencia artificial, sensores inteligentes y sistemas de gestión de datos permiten optimizar el consumo energético en tiempo real, ajustando automáticamente la demanda a partir de patrones de uso. Estas tecnologías, aunque no generan energía por sí mismas, desempeñan un papel crucial en la transición energética al reducir pérdidas, racionalizar el uso de recursos y fomentar un consumo más consciente.

La tecnología no solo ha optimizado la generación de energía, sino que también ha sido un habilitador clave para su financiamiento, creando nuevos modelos de negocio y canales de inversión. Un claro ejemplo de este hecho es Red Girasol en México, una plataforma Fintech que, a través del financiamiento colectivo o *crowdfunding*, conecta a una comunidad de inversionistas con hogares y empresas que buscan instalar sistemas de paneles solares. Este modelo no solo democratiza el acceso a la inversión en energías limpias, sino que también ofrece una alternativa de capital para proyectos de pequeña y mediana escala. Si bien en Panamá todavía no se han desarrollado iniciativas similares, la experiencia y la tecnología de estas plataformas ya existen en el país y han sido validadas, por lo que representan una oportunidad clara para impulsar y acelerar la generación distribuida en el país mediante nuevos mecanismos de financiamiento.

Tendencias del mercado y comportamiento de los clientes

En Panamá, la electrificación progresiva del transporte comienza a generar un aumento notable en la demanda energética nacional. Si bien aún representa una fracción menor del parque vehicular, el crecimiento en la adopción de vehículos eléctricos y la instalación de puntos de carga está ejerciendo

nuevas presiones sobre el sistema eléctrico. Este proceso implica no solo una mayor necesidad de generación, sino también el desarrollo de infraestructura de carga y el fortalecimiento de la red de distribución. En consecuencia, el sector de transporte, tradicionalmente desvinculado del consumo eléctrico, empieza a integrarse como un nuevo actor relevante hacia la transición a sistemas energéticos más sostenibles.

Asimismo, el avance acelerado de la digitalización y la inteligencia artificial (IA) está provocando un crecimiento exponencial en la demanda energética global. Tecnologías como el procesamiento de datos masivos, el uso de servidores de alto rendimiento y la expansión de centros de datos han elevado de forma significativa el consumo eléctrico. Actualmente, los centros de datos ya consumen entre el 1 y el 1,5 por ciento de la electricidad mundial, y se espera que este valor más que se duplique hacia 2030, alcanzando hasta 945 TWh, equivalente al consumo eléctrico total de Japón (IEA 2025). Buena parte de este incremento se debe al auge de la IA generativa, que exige servidores especializados con un uso energético muy intensivo. Considerando la amplia participación del sector financiero y de servicios en Panamá, es previsible que en un futuro próximo la creciente demanda de centros de datos locales presione al alza el consumo energético nacional.

Comercio y cadenas de valor global

En el contexto de las cadenas de suministro globales, Panamá desempeña un rol estratégico por su posición geográfica y la operación del Canal, lo cual lo convierte en un nodo logístico de alcance mundial. En línea con su compromiso climático, Panamá desarrolló en 2024 una hoja de ruta para adoptar el hidrógeno verde como vía para descarbonizar el transporte marítimo, particularmente mediante biocombustibles derivados de este vector energético. Sin embargo, recientes cambios han desestimado ese plan como una opción inmediata, considerándolo en cambio una alternativa de mediano plazo, sujeta a la evolución de la demanda internacional y a la maduración tecnológica.

Pese a este cambio de enfoque, el desarrollo de una industria nacional de hidrógeno verde sigue siendo una apuesta estratégica de alto potencial. Dado que su implementación no puede realizarse de forma abrupta, resulta fundamental mantener el tema en la agenda, establecer hitos progresivos y trabajar en la creación de un entorno habilitante, regulatorio, técnico y financiero que permita atraer inversiones futuras. Aunque el impulso inicial se haya desacelerado, una planificación temprana es clave para que Panamá esté preparado cuando el mercado global comience a exigir soluciones bajas en carbono en el transporte marítimo y en la logística internacional.

Gestión integral de residuos

El sector de residuos es responsable del 6,4 por ciento de las emisiones nacionales. En este sector, las principales actividades fuentes de emisión fueron la disposición de residuos sólidos, responsable del 83,3 por ciento, y el tratamiento y descarga de aguas residuales, que aportó con el 11,4 por ciento.

► **Tabla 4. Porcentaje de emisiones derivadas del sector residuos por sus cuatro subcategorías**

Subcategorías	Porcentaje
1. Disposición de residuos sólidos	83,3
2. Incineración y quema abierta de residuos	5,3
3. Tratamiento y descarga de aguas residuales	11,4

Fuente: elaboración propia con datos de MiAMBIENTE 2024.

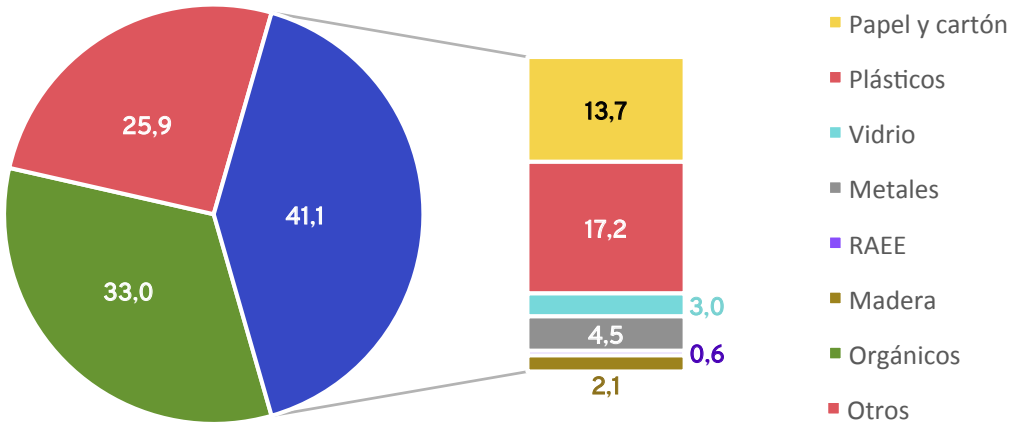
En Panamá, la generación diaria de residuos sólidos por persona es de aproximadamente 1,7265 kilogramos, lo que representa una producción total estimada de más de 2.521 millones de toneladas al año (MiAMBIENTE 2024). De esta cantidad, apenas el 65 por ciento se recupera y se envía a sitios de disposición final (PNUD 2023).

Esta situación contribuye a la contaminación del suelo, del agua y del aire, además de generar emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente metano, asociado a la descomposición de residuos orgánicos. Asimismo, la quema informal de residuos libera contaminantes atmosféricos peligrosos, afectando la calidad del aire y elevando los riesgos de enfermedades respiratorias en las poblaciones expuestas.

Desde la perspectiva de la salud pública, los sitios de disposición inadecuada de residuos propician la proliferación de vectores de enfermedades (como roedores, moscas y mosquitos), y aumentan la incidencia de afecciones gastrointestinales, dérmicas y respiratorias. Estos impactos son especialmente graves en comunidades vulnerables que viven cerca de vertederos no regulados o en zonas sin cobertura de recolección.

A pesar de ello, el país cuenta con un alto potencial de aprovechamiento de residuos: el 41,1 por ciento corresponde a residuos aprovechables⁶, el 33,0 por ciento a residuos orgánicos (que pueden aprovecharse a través del compostaje) y el 25,9 por ciento a otros residuos. Sin embargo, en la actualidad la tasa de reciclaje es menor al 5 por ciento (MiAMBIENTE 2021).

► Gráfico 2. Composición de los residuos sólidos (en porcentajes)



Fuente: elaboración propia con datos de MiAMBIENTE 2024.

A través de la NDC 3.0, Panamá ha establecido el compromiso de reducir en un 50 por ciento la contaminación plástica. Además, se ha comprometido a establecer una línea base nacional de generación y disposición de residuos sólidos urbanos y desperdicio de alimentos que permita establecer metas más efectivas en materia de reducción, reciclaje y valorización.

6. Papel, cartón, madera, metales, vidrio y residuos de aparatos electrónicos (RAEE).

Cadena de valor de la Gestión de residuos sólidos

► Ilustración 5. Cadena de valor del sector residuos



Fuente: elaboración propia.

Generación

La fase de generación constituye el punto de partida de la cadena de valor del sector residuos y se origina a partir del acto de consumo. Toda persona, comercio, industria o institución genera residuos como resultado de sus actividades cotidianas y procesos económicos. Estos residuos, que representan la materia prima del sistema circular, provienen principalmente de productos que han alcanzado el final de su vida útil y que contienen materiales potencialmente reciclables.

Si bien esta etapa presenta un bajo potencial de generación directa de empleo a nivel domiciliario, su relevancia dentro del sistema es estratégica. Es precisamente en esta fase cuando puede implementarse la separación en origen, una práctica clave para mejorar la eficiencia operativa de todo el ciclo circular. Clasificar los residuos desde su punto de generación —hogares, industrias, comercio o cualquier otro— permite aumentar significativamente las tasas de reciclaje y valorización, al tiempo que contribuye a reducir los costos logísticos y de procesamiento en etapas posteriores.

En el caso de los grandes generadores de residuos (como industrias, centros de distribución, cadenas comerciales o instituciones), la adopción de prácticas circulares puede implicar no solo una reorganización operativa, sino también la recalificación del personal responsable del manejo interno de los residuos. Esta transformación abre oportunidades para la creación de nuevos puestos de trabajo vinculados a la gestión diferenciada, la trazabilidad y el cumplimiento de estándares ambientales.

Recolección

En esta fase se lleva a cabo la recolección de los residuos en el lugar donde se originan: viviendas, establecimientos comerciales o entornos industriales. La recolección de residuos en Panamá es principalmente responsabilidad de los municipios, aunque en el distrito de Panamá esta función la desempeña la Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario (AAUD). Para complementar los servicios municipales, empresas privadas concesionadas por el Ministerio de Medio Ambiente (MiAMBIENTE) y el Ministerio de Salud (Minsa) (para residuos peligrosos) ofrecen servicios de recolección y transporte para clientes residenciales, comerciales e industriales.

La recolección de residuos en Panamá enfrenta desafíos significativos, incluyendo el deterioro de flotas vehiculares y desafíos logísticos en áreas urbanas densamente pobladas. Además, la capacidad de gestión del sistema formal continúa siendo limitada: solo el 65 por ciento de los residuos se recolecta y lleva a sitios de disposición final (PNUD 2023). Sin embargo, estos desafíos permiten ver una oportunidad para el desarrollo de empresas sostenibles y la generación de empleos verdes, teniendo

en cuenta que la recolección es una actividad intensiva en mano de obra y que tiende a expandirse con el crecimiento de la población y la urbanización.

Separación

Durante esta etapa, se identifican los residuos con potencial de reciclaje o valorización y se los separa del flujo general de desechos, para reincorporarlos en nuevas cadenas de valor. Como se mencionó anteriormente, en el caso de Panamá, aproximadamente el 41,1 por ciento de los residuos son potencialmente valorizables.

En un modelo de gestión integral de residuos eficiente, las rutas de recolección deberían desembocar en centros de transferencia donde los residuos valorizables puedan ser separados, reparados o redirigidos a plantas de tratamiento, mientras que los no valorizables se destinen a sitios de disposición final. Esto permitiría reducir costos logísticos y optimizar el transporte. En Panamá, la implementación a gran escala de estaciones de transferencia aún está en desarrollo. Aunque existen algunas instalaciones, su número y capacidad resultan insuficientes frente a la demanda actual. Además, los procesos de separación en estos espacios son rudimentarios y carecen de institucionalización.

Un segundo mecanismo de separación ocurre en el ámbito informal, mediante trabajadores que recuperan materiales reciclables directamente de vertederos, calles o contenedores. Aunque estas personas cumplen una función crítica para el funcionamiento del sistema circular, suelen operar en condiciones laborales vulnerables, con exposición a riesgos sanitarios, con acceso limitado a mecanismos de protección social y sin reconocimiento institucional.

En términos de empleo, la separación puede ser una actividad más o menos intensiva en mano de obra, dependiendo del modelo de recolección, de la existencia de separación en origen y del nivel de automatización tecnológica. En el caso de Panamá, la expansión de estaciones de transferencia representaría un paso clave, no solo para mejorar la eficiencia del sistema, sino también para generar nuevas oportunidades laborales. Estas instalaciones requerirían la contratación de personal operativo, generalmente de baja calificación, lo que a su vez brindaría una vía para la formalización progresiva y la recalificación de personas actualmente involucradas en actividades informales de separación y reciclaje.

Acopio

En esta etapa se realizan los procesos de concentración, almacenamiento y clasificación intermedia de materiales reciclables, lo cual facilita su posterior transporte a plantas de reciclaje o centros de procesamiento especializado. Este proceso no solo mejora la eficiencia logística del sistema, sino que también contribuye a garantizar la calidad de los materiales recuperados, al permitir una primera depuración y acondicionamiento según su tipo (papel, cartón, plásticos, metales, vidrio y electrónicos, entre otros).

En Panamá existen centros de acopio gestionados por algunas municipalidades que reciben materiales separados por la comunidad. Sin embargo, la mayoría de las operaciones de acopio son privadas y están orientadas al lucro. En la práctica, estos centros funcionan como nodos intermedios entre recolectores (formales o informales) e industrias recicladoras o exportadoras. El modelo de negocios predominante se basa en la compra y reventa de materiales en cadena: los pequeños acopiadores, frecuentemente informales, consolidan el material recolectado y lo venden a centros medianos, que a su vez lo revenden a grandes acopiadores. Estos últimos suelen especializarse en determinado tipo de material (como PET, metales ferrosos o papel) y abastecen directamente a las plantas de reciclaje. Cada nivel de la cadena maneja volúmenes mínimos y precios diferenciados, lo que configura una lógica comercial bien definida.

Durante esta fase también puede realizarse cierto preprocesamiento, ya que tanto las plantas recicladoras como los grandes centros de acopio imponen requisitos específicos para la compra de materiales. Esto incluye, por ejemplo, la limpieza y separación de metales, la clasificación por tipo de plástico, o la compactación de PET. Estas actividades se ejecutan generalmente en el punto de acopio, como parte del acondicionamiento previo al reciclaje.

En términos de empleo, esta etapa puede generar una gama diversa de ocupaciones, incluyendo operarios de clasificación, encargados de inventario, conductores de transporte especializado y personal administrativo. Asimismo, el acopio representa una oportunidad para desarrollar microemprendimientos, dado que sus costos de operación son relativamente bajos y su estructura es flexible.

Valorización

Esta etapa abarca un conjunto diverso de procesos tecnológicos, industriales y artesanales orientados a recuperar valor económico, funcional o energético de los residuos, con base en criterios de eficiencia, sostenibilidad y aprovechamiento máximo de recursos. Existen diversas aproximaciones a la valorización de residuos, entre las que destacan:

- ▶ *Reciclaje (circular).* En este proceso el material se reutiliza para los mismos fines que solía tener antes de desecharse. Por ejemplo, un envase PET puede transformarse nuevamente en otro envase PET. Son principalmente negocios privados los que se ocupan de estas actividades. Actualmente, en Panamá existe un alto potencial para la inversión en plantas de reciclaje. El paulatino incremento en la regulación nacional e internacional, aunado a los cada vez más agresivos objetivos corporativos en materia de reciclaje, permite pronosticar un aumento en la demanda de material reciclado. Además, aún existe un amplio margen de mejora en la recuperación de residuos sólidos urbanos.
- ▶ *Reciclaje (transformación).* En este proceso el material se recicla en un producto distinto. Por ejemplo, residuos electrónicos pueden valorizarse si se extraen metales preciosos de sus componentes; también se pueden reutilizar residuos plásticos para elaborar materiales de construcción o mobiliario. En esta categoría se incluye el compostaje de residuos orgánicos, que permite transformar desechos biodegradables en insumos útiles para la agricultura o la jardinería.
- ▶ *Conversión en energía o combustible.* Se aplican diversos procesos para realizar esta conversión. Uno de ellos es la incineración controlada, en la cual se genera calor que se convierte en energía a través de sistemas de recuperación. También se consideran procesos como la biodigestión: la descomposición de residuos orgánicos genera biogás aprovechable para producir energía térmica o eléctrica.

En Panamá el sector privado ya viene desempeñando un rol relevante en las actividades de reciclaje y valorización, con empresas que operan plantas de procesamiento para distintos tipos de materiales, como plástico, papel, metales, aceites lubricantes y electrónicos. Sin embargo, el nivel de reciclaje es muy bajo, lo que abre una amplia oportunidad para el fortalecimiento del sector. Dado el tipo de infraestructura y de especialización requeridas, se espera que gran parte de esta inversión provenga del sector privado.

Un factor a tener en cuenta es que el aumento de plantas de reciclaje circular incrementaría la demanda de productos valorizables, pero no necesariamente elevaría los niveles de recuperación. En consecuencia, podría generarse un aumento en los precios de los materiales recuperados, lo que afectaría la rentabilidad de los procesos. Es indispensable que el crecimiento en este eslabón de la cadena venga acompañado de una mejora en la eficiencia de las etapas previas, especialmente en recolección, separación y acopio.

Es importante destacar que los procesos de valorización pueden desarrollarse a nivel local o bien mediante la exportación de residuos a plantas de reciclaje o transformación ubicadas en otros países. En este sentido, en el año 2023 Panamá exportó un total de 261.726.409 kg de residuos y desechos (peso neto), con un valor FOB⁷ de más de 66 millones de USD (INEC 2025). Esta opción, aunque resulta viable desde el punto de vista logístico y comercial para ciertos materiales, como el papel, el plástico o los metales, implica una menor generación de valor agregado y de empleo en el país.

7. Abreviatura de Free On Board (franco a bordo), va seguida del nombre del puerto de embarque (por ejemplo, FOB Puerto de Cristóbal). Es un INCOTERMB (término marítimo exclusivo) que significa que el vendedor asume los costos y riesgos de la mercancía incluyendo aduana de exportación, hasta el momento de la entrega a bordo del buque en el puerto de embarque convenido. A partir de ese momento, el comprador gestiona el transporte internacional, el seguro y los trámites de importación requeridos para la cotización de los precios de las mercancías. Este concepto es el que utiliza la República de Panamá para la exportación de sus productos. Con frecuencia la cláusula FOB se toma como base para el cálculo del precio de las mercancías vendidas y no como un término para definir el método de entrega.

Además, optar por modelos de exportación exige robustecer considerablemente las operaciones de acopio, clasificación y acondicionamiento de materiales, para cumplir con los estándares de calidad requeridos por los mercados internacionales. Sin embargo, esta estrategia reduce el potencial de creación de empleo local en etapas posteriores de la cadena, como el reciclaje o la transformación, y podría limitar las oportunidades de desarrollo industrial vinculado a la economía circular en el territorio nacional.

Disposición final

Esta fase corresponde al tratamiento y confinamiento de los residuos que, por sus características, composición o falta de alternativas viables, no pueden ser reciclados, valorizados o reutilizados. Su rol en el modelo circular es limitado, pero sigue siendo necesario como parte de un sistema de gestión integral, especialmente en contextos en que la infraestructura de valorización aún está en desarrollo.

En la práctica, la disposición final implica el transporte, el manejo y la deposición de residuos en vertederos controlados o rellenos sanitarios, bajo condiciones que minimicen los impactos negativos sobre el ambiente y la salud pública. Desde la perspectiva de la economía circular, esta etapa debe reducirse al mínimo posible, tanto técnica como ambientalmente.

En Panamá existen dos rellenos sanitarios principales: Cerro Patacón y El Diamante, y más de 57 vertederos activos (PNUD 2023). Además, se estima que el 35 por ciento de los residuos generados, que no son recolectados por el sistema formal, se disponen en sitios no autorizados, como ríos, quebradas y zonas costeras, lo que agrava los problemas ambientales y de salud pública.

La disposición final es una actividad relativamente poco intensiva en mano de obra. Sin embargo, bajo las condiciones actuales de Panamá, existe una oportunidad significativa para reconvertir vertederos en rellenos sanitarios, lo cual podría generar una importante cantidad de empleos temporales relacionados con obras de infraestructura, saneamiento y adecuación ambiental.

Motores de cambio

Regulaciones, política y estándares

La Ley 274, de 2021, incluye un capítulo específico de incentivos fiscales para fomentar la inversión en actividades de aprovechamiento y reciclaje. Estos beneficios incluyen una tasa de impuesto sobre la renta significativamente menor a la tasa general, además de la exención del pago del ITBMS (impuesto al valor agregado) en las transacciones de compraventa de residuos que ya han sido valorizados y en la importación de maquinaria, equipos y repuestos destinados a la recuperación, reciclaje o aprovechamiento energético de residuos.

Adicionalmente, la ley establece que el Estado debe fomentar, en sus propios procesos de compra pública, la adquisición de bienes y productos que contengan materiales reciclados en Panamá. Esta medida es fundamental, ya que busca crear un mercado interno y una demanda estable para los productos derivados del reciclaje, cerrando así el ciclo económico. Estos incentivos, si se implementan y promocionan adecuadamente, tienen el potencial de atraer inversiones y desarrollar una nueva industria verde en el país.

Tecnología verde, digitalización e innovación

En Panamá, la adopción de tecnologías verdes y procesos de digitalización en el sector de residuos y en la economía circular enfrenta múltiples desafíos que limitan su implementación a gran escala. Estos obstáculos van desde condiciones estructurales, como la falta de infraestructura adecuada, hasta barreras operativas, como las brechas en capacidades técnicas y digitales de los actores clave del sistema.

En particular, recicladores de base, microempresas gestoras de residuos y gobiernos locales suelen operar con herramientas manuales, sin digitalización de procesos ni acceso a plataformas tecnológicas. Además, la conectividad limitada en zonas rurales y la desconfianza hacia lo digital dificultan aún más la integración de estas tecnologías en el día a día de la gestión de residuos.

Sin embargo, experiencias internacionales muestran que la tecnología puede ser un catalizador poderoso para transformar. En Brasil, la aplicación Cataki conecta a recicladores de base con hogares y comercios, permitiendo una recolección más eficiente y promoviendo su reconocimiento como actores formales del sistema (Cataki 2025). Asimismo, en India, plataformas como Recykal y Kabadiwalla Connect integran a recicladores, empresas y plantas de reciclaje en un ecosistema digital que permite coordinar rutas de recolección, rastrear materiales, emitir pagos electrónicos y generar historiales laborales; esto ha contribuido a procesos de formalización, bancarización e incluso acceso a beneficios sociales para los recicladores.

Aunque en Panamá no existe una iniciativa de esta naturaleza, la tecnología y los modelos probados están disponibles. Por tanto, es fundamental considerar estas herramientas como un motor de cambio, ya que su implementación sería compatible con la regulación vigente.

Tendencias del mercado y comportamiento de los clientes

En Panamá el mercado aún dificulta la diferenciación de productos sostenibles. Si bien existen sellos específicos para nichos informados, el país carece de un sistema nacional unificado que permita a los consumidores identificar y valorar de forma confiable a las empresas con prácticas de economía circular. Esta ausencia de una certificación homologada limita el incentivo para que el sector privado adopte modelos de negocio más responsables.

Para abordar este vacío, la Hoja de Ruta de Economía Circular de Panamá establece el compromiso de desarrollar herramientas de certificación nacional. Este plan contempla el diseño de modelos para medir prácticas circulares e instrumentos para calcular la huella de carbono y la huella hídrica de las empresas, especialmente en el sector productivo (MiAMBIENTE y PNUD 2024).

La relevancia de esta iniciativa se apoya en estudios internacionales que confirman una tendencia clara: ante condiciones de precio y calidad similares, los consumidores prefieren productos con certificaciones de sostenibilidad (PwC 2024). Aunque Panamá no cuenta con estudios locales, es razonable suponer que esta lógica de consumo se consolida en segmentos urbanos con mayor acceso a información.

En este contexto, la implementación de una certificación de huella de carbono funcionaría como un diferenciador clave. Permitiría a las empresas comunicar sus atributos ambientales de forma estandarizada (incluyendo una mejor gestión de residuos), creando así un incentivo de mercado tangible para transitar hacia modelos más sostenibles y circulares.

Comercio y cadenas de valor global

La demanda mundial de materiales valorizables está en pleno crecimiento, impulsada por regulaciones cada vez más estrictas que exigen un mayor contenido reciclado en la industria. Normativas como las promovidas por la Unión Europea (UE 2025) están obligando a las empresas a sustituir masivamente las materias primas vírgenes. Este cambio ha provocado una revalorización económica sin precedentes de los residuos a nivel global, convirtiéndolos en un recurso estratégico (Brown y Börkey 2024).

Aunque la tasa de reciclaje en Panamá aún es baja (se la estima en un 5 por ciento), esta tendencia internacional ya genera efectos tangibles. Se observa un aumento claro en el acopio y la exportación de residuos valorizables, lo que demuestra la existencia de una oportunidad de mercado. A mediano plazo, esta demanda creciente podría catalizar la eficiencia de los sistemas de recuperación locales. Una vez que el ecosistema de recolección, separación y acopio alcance la madurez, Panamá estará en una posición privilegiada para atraer inversiones de alto impacto en plantas de reciclaje y valorización a gran escala.

Etapas 2. Diagnóstico de capacidades

Esta etapa tiene por objetivo identificar las brechas existentes entre las capacidades actuales del sector y aquellas que serían necesarias para alcanzar un crecimiento sostenible e inclusivo. Para ello, se ha adoptado la metodología del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para el diagnóstico de capacidades, que contempla tres niveles interrelacionados: las capacidades del entorno (o capacidades institucionales), las capacidades organizacionales y las capacidades individuales.

En esta sección se abordan los dos primeros niveles. Por un lado, se examinan las condiciones estructurales, normativas y de gobernanza que habilitan o restringen el desempeño del sector energético sostenible. Por otro lado, se analizan las capacidades internas de los actores sectoriales en términos de recursos, procesos, estructuras y coordinación a lo largo de la cadena de valor. El nivel de capacidades individuales se desarrollará en profundidad en las etapas tres y cinco, enfocadas respectivamente en la identificación de ocupaciones y habilidades críticas, y en el análisis de la oferta de formación y los mecanismos de ajuste.

Entorno favorable

En el marco del diagnóstico de capacidades, las capacidades institucionales (también conocidas como capacidades de entorno favorable) hacen referencia al conjunto de condiciones estructurales, normativas, políticas y culturales que determinan las reglas de juego para la interacción entre actores del ecosistema sectorial. Estas capacidades incluyen no solo los marcos regulatorios y los esquemas de gobernanza, sino también las relaciones de poder, los mecanismos de rendición de cuentas y los arreglos institucionales que regulan el acceso, la competencia y la coordinación dentro del sector. Un entorno institucional sólido es esencial para asegurar una transición energética justa, ya que define las prioridades, las modalidades de participación y el grado de compromiso de los actores públicos, privados y sociales en los procesos de cambio estructural.

En el caso de Panamá, el entorno institucional ha sido históricamente favorable para atraer inversiones en energía limpia, principalmente gracias a un paquete robusto de incentivos fiscales y económicos ya descrito en secciones anteriores. Estos mecanismos han contribuido a reducir los costos de entrada para proyectos de generación renovable, aumentar la rentabilidad de las inversiones iniciales y acelerar la adopción de tecnologías limpias, posicionando al país como un destino atractivo para desarrolladores del sector energético.

En lo que respecta a la generación distribuida, Panamá cuenta con una regulación que habilita la medición neta, lo que ha sido fundamental para fomentar la autogeneración y el autoconsumo. Sin embargo, la existencia de un límite legal a la penetración de esta modalidad plantea riesgos significativos para el crecimiento sostenido del sector. Esta restricción no solo frena la expansión del mercado, sino que también dificulta el acceso a financiamiento y reduce el atractivo para nuevas inversiones, especialmente en zonas rurales donde estas tecnologías representan una solución viable y sostenible para el acceso a la energía.

Pese a estos avances, el diseño institucional también enfrenta desafíos relevantes. El modelo actual de participación privada, basado en licitaciones, ha dinamizado el mercado y facilitado alianzas público-privadas, pero tiende a privilegiar proyectos de gran escala y contratos de largo plazo. Esto ha derivado en una participación relevante de empresas internacionales en el desarrollo de proyectos de gran escala, lo que limita el ingreso de actores locales y restringe la diversificación del ecosistema empresarial. Además, esta concentración implica que la seguridad energética nacional y el ritmo de la transición verde dependen, en gran medida, de las decisiones estratégicas y de la estabilidad financiera de un grupo reducido de corporaciones internacionales.

En el caso del sector de residuos, si bien existe un marco regulatorio robusto, su nivel de cumplimiento es limitado, debido a los desafíos en materia de fiscalización y a los altos niveles de informalidad.

Aunque se han establecido incentivos para las empresas del sector, su efectividad está condicionada por la eficiencia de la cadena de valor, que comienza con la separación en sitio. Esta práctica, difícil de supervisar y carente de un sistema de consecuencias aplicables, reduce los incentivos para cumplir con la normativa vigente.

Además, la implementación de este ambicioso marco legal recae sobre una estructura de gobernanza compleja y fragmentada, en la que las responsabilidades están distribuidas entre múltiples entidades públicas y gobiernos municipales. La falta de una articulación entre estos actores puede generar solapamientos, vacíos de autoridad y dificultades de coordinación. Esta estructura, aunque diseñada para la especialización, en la práctica crea un desafío de gobernanza. La efectividad de la gestión integral depende de una coordinación interinstitucional impecable. Sin un mecanismo o un ente con el poder y los recursos para forzar esta colaboración, esta estructura plantea desafíos de coordinación interinstitucional, lo que subraya la importancia de fortalecer mecanismos de articulación entre las entidades responsables.

En materia de participación del sector privado, y de manera similar a lo observado en el sector energético, la operación de instalaciones de tratamiento y disposición final de residuos está mayormente en manos de empresas internacionales. El reducido número de operadores con licencias vigentes restringe la competencia y centraliza la toma de decisiones técnicas. Esta estructura limita la capacidad del Estado para orientar el desarrollo del sector en función de sus objetivos nacionales, reduciendo su margen de acción en aspectos clave, como la inversión, la innovación y la ampliación de la cobertura.

Capacidades organizacionales

Las capacidades organizacionales se refieren al conjunto de políticas, procedimientos internos, marcos de gobernanza y acuerdos que permiten a las organizaciones cumplir con su mandato institucional y coordinar las capacidades individuales de su personal para alcanzar objetivos comunes. Estas capacidades, cuando están bien alineadas, dotadas de recursos adecuados y articuladas entre sí, potencian la eficacia organizacional más allá de la suma de sus partes. En el contexto del diagnóstico de capacidades, este nivel permite analizar qué tan preparadas están las organizaciones clave del ecosistema sectorial para implementar, sostener y escalar procesos de transformación hacia modelos más sostenibles y resilientes.

En el caso del mercado energético panameño, se observa una estructura liderada por empresas multinacionales que han realizado inversiones significativas y poseen un portafolio diversificado de activos. Esta configuración ofrece ventajas sustantivas, como el acceso a capital, tecnologías de punta y capacidad técnica para desarrollar proyectos a gran escala. Sin embargo, también plantea desafíos relacionados con la concentración del poder económico y técnico, que puede limitar el desarrollo de capacidades locales y restringir la participación de actores nacionales más pequeños.

En contraste, las pequeñas y medianas empresas, particularmente aquellas vinculadas a la generación distribuida, enfrentan limitaciones importantes en términos de capacidades organizacionales. Una de las principales brechas identificadas radica en el área de comercialización. El crecimiento del mercado de generación distribuida depende de una estrategia de ventas basada en asesoría técnica especializada. Este tipo de perfiles (comerciales con conocimientos técnicos, o técnicos dispuestos a asumir funciones comerciales) son escasos y difíciles de formar, lo que representa una barrera significativa para la expansión del sector.

En el sector de residuos, las capacidades organizacionales también presentan desafíos. Si bien existen empresas privadas que participan activamente en la recolección, el transporte y la valorización de residuos, su estructura operativa está fuertemente condicionada por acuerdos de prestación de servicios con gobiernos locales. Esta dependencia limita su autonomía para diversificar servicios y adoptar tecnologías más avanzadas. Asimismo, aunque la normativa establece la obligación de separación en sitio, la falta de mecanismos efectivos para garantizar su cumplimiento impide cerrar el ciclo de valorización, lo que reduce la eficiencia del sistema.

El país muestra buenas capacidades para el acopio, el preprocesamiento y la exportación de residuos valorizables. Sin embargo, las capacidades técnicas y operativas para la valorización mediante procesos de reciclaje especializado son limitadas. Si bien existen emprendimientos incipientes en nichos como los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) o los residuos hospitalarios y peligrosos, la infraestructura para el reciclaje a escala nacional es aún deficiente. Esta situación está asociada a la falta de inversión, a la baja disponibilidad de materiales separados sistemáticamente y a los altos niveles de informalidad que aún prevalecen en el sistema. Como resultado, buena parte de los residuos valorizables recuperados son exportados, lo que refleja una brecha crítica en las capacidades organizacionales del país para avanzar hacia una economía verdaderamente circular.

Etapa 3. Identificación de habilidades y ocupaciones

En esta etapa se lleva a cabo un análisis orientado a identificar el conjunto de habilidades y ocupaciones necesarias para fortalecer las capacidades estratégicas, operativas y técnicas del sector en el marco de la transición ecológica. Este ejercicio contempla tanto las competencias que responden a los cambios actuales del mercado, como aquellas requeridas para anticiparse a futuras transformaciones tecnológicas, regulatorias y de comportamiento del consumidor. Además, se abordan brechas persistentes de competencias que afectan el desempeño sectorial, incluso si no están directamente vinculadas con los principales déficits empresariales.

El análisis se desarrolla desde dos perspectivas complementarias. En primer lugar, se presenta una visión general de las necesidades transversales más relevantes para el sector, aquellas que resultan estratégicas para su transformación sostenible. En segundo lugar, se prioriza el análisis de necesidades específicas, con énfasis en ocupaciones en perfiles técnicos que tienen un alto potencial de generación de empleo, lo que permite focalizar futuras intervenciones en desarrollo de habilidades y formación profesional.

Necesidades generales

Ambos sectores analizados son amplios y diversos, y comprenden un espectro considerable de ocupaciones y competencias. Sin embargo, a lo largo del estudio se identificaron algunos hallazgos transversales clave que permiten orientar estrategias formativas de manera más efectiva.

En primer lugar, aunque se trata de sectores con funciones predominantemente técnicas que parecerían requerir una oferta formativa específica y detallada, la rápida evolución de las tecnologías, los procesos y las herramientas utilizadas hace que la formación en el sitio de trabajo adquiera una importancia fundamental. Esta modalidad de aprendizaje se ve facilitada cuando las personas trabajadoras cuentan con un conjunto de competencias habilitantes, que varían por sector pero que responden a una lógica compartida.

En el sector energético, por ejemplo, es crucial contar con conocimientos generales sobre *eficiencia energética* y uso de distintas fuentes de energía, incluidas electricidad, biomasa y combustibles. No se trata necesariamente de habilidades vinculadas a la instalación o el manejo de ecotecnologías específicas, sino de comprender los principios básicos de producción, consumo y ahorro de energía. Este conocimiento de base permite una mayor adaptabilidad a diferentes tecnologías y facilita la movilidad entre ocupaciones dentro del sector.

Asimismo, se identificó la necesidad de *formación básica en electricidad, electrónica y biocombustibles*. Contar con habilidades para comprender manuales técnicos, interpretar diagramas eléctricos o utilizar herramientas de diagnóstico no solo mejora el desempeño en el puesto de trabajo, sino que también reduce las brechas de aprendizaje requeridas para operar nuevas tecnologías.

Ocurre algo similar en el caso del sector residuos. Más allá de dominar técnicas específicas de procesamiento o valorización, es prioritario que las personas trabajadoras tengan *nociones básicas sobre gestión integral de residuos*, que les permitan clasificar los diferentes tipos de residuos, sus riesgos y el manejo adecuado de cada uno. Más adelante esta base puede fortalecerse a través de capacitaciones especializadas en el sitio de trabajo.

En esta misma línea, se destaca la importancia de incorporar transversalmente principios de *economía circular* en la formación. Esto implica que, independientemente del puesto o del nivel de responsabilidad, las personas trabajadoras comprendan el valor de la recuperación, la reutilización y la reintegración de materiales, favoreciendo prácticas más sostenibles en todas las etapas del ciclo productivo.

Otra competencia compartida entre los sectores de energía y residuos es el conocimiento en *seguridad y salud ocupacional*. Comprender los riesgos laborales, utilizar correctamente los equipos de protección personal y aplicar protocolos de seguridad no solo es esencial para la protección del personal, sino que también permite acelerar los procesos de inducción y formación técnica.

Por último, es importante señalar que estas habilidades no deben reservarse únicamente a perfiles técnicos o ambientales. Los conocimientos sobre eficiencia energética, circularidad y seguridad ocupacional deben formar parte del repertorio básico de todas las personas que intervienen en modelos de negocio sostenibles, desde operarios hasta personal administrativo o de gestión. Estas competencias habilitantes son clave para facilitar la formación continua y la reconversión hacia ocupaciones más especializadas en el marco de una transición justa.

Necesidades específicas

Con el propósito de orientar de manera más precisa las futuras intervenciones en materia de formación técnica, este ejercicio busca identificar aquellos perfiles técnicos cuya demanda se prevé en aumento en el contexto de la transición verde, permitiendo así focalizar esfuerzos de capacitación, certificación y reconversión laboral en áreas con mayor impacto económico y social. Para construir este listado, se realizó un análisis de literatura especializada que permitiera identificar un listado corto de ocupaciones con alto potencial de generación de empleo en los sectores priorizados. De este conjunto, se priorizaron aquellas ocupaciones vinculadas a la formación técnica, no solo por su mayor potencial de formalización, escalabilidad y empleabilidad en el contexto de la transición verde, sino también por tener mayor posibilidad de ser atendidas mediante programas de formación profesional desarrollados o adaptados por el INADEH.

A cada una de las ocupaciones priorizadas se les realizó un análisis funcional⁸, que tomó como insumo investigación de escritorio que recopiló y analizó información pública sobre mapas funcionales⁹ y estándares de competencias¹⁰. Esta revisión se complementó con ejercicios de *web scraping*¹¹ para robustecer la identificación de habilidades y competencias críticas.

La validación de estos resultados se desarrolló a través de una metodología participativa en dos etapas, centrada en la consulta con actores clave del ecosistema sectorial y formativo, priorizando el diálogo social. En una primera fase, se aplicó la metodología Delphi¹², en la que expertos técnicos sectoriales revisaron el análisis funcional y proporcionaron retroalimentación. Este proceso iterativo busca construir consenso técnico entre los participantes y enriquecer el contenido desde la experiencia práctica.

8. Se entiende como análisis funcional la técnica utilizada para identificar las habilidades inherentes a una ocupación a partir de la revisión detallada de las tareas realizadas en una función productiva; esta puede estar definida a nivel de un sector ocupacional, una empresa, un grupo de empresas o toda una actividad económica.

9. Los mapas funcionales son herramientas que describen de manera gráfica y estructurada las funciones esenciales que una organización o un trabajador necesita cumplir para desempeñar adecuadamente una ocupación o proceso dentro de un sector. Estos mapas no se centran en las actividades específicas o tareas individuales, sino en las competencias necesarias para lograr los resultados deseados en un entorno laboral.

10. Los estándares de competencias son descripciones detalladas y formalizadas de los conocimientos, habilidades y actitudes que una persona necesita para llevar a cabo con éxito una determinada tarea o rol laboral. Estos estándares definen lo que se espera que una persona sea capaz de hacer en una situación laboral específica, y establecen los criterios de evaluación para verificar si la persona cumple con dichos requisitos.

11. El *web scraping* es una técnica automatizada utilizada para extraer información o datos de sitios web. A través de esta técnica, se utilizan programas o *scripts* para navegar por las páginas web y recolectar información específica que está públicamente disponible en ellas.

12. El método Delphi es una técnica de consulta estructurada que se basa en rondas sucesivas de retroalimentación anónima entre expertos, con el objetivo de alcanzar consensos informados sobre temas complejos o inciertos; en este caso, sobre la pertinencia técnica de los perfiles y habilidades identificados.

La segunda fase de validación contempló la realización de un taller que contó con la participación de autoridades de la Secretaría Nacional de Energía, del INADEH, empleadores y representantes sindicales, con el objetivo de contrastar colectivamente los resultados, validar su pertinencia en el marco de una transición justa y fomentar la apropiación institucional.

El siguiente listado presenta un conjunto de ocupaciones críticas priorizadas para el desarrollo de la industria de los biocombustibles en Panamá. Cada perfil está identificado con su denominación común en el mercado laboral, pero caracterizado según la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO)¹³ y el nivel de cualificación correspondiente del Marco Nacional de Cualificaciones de Panamá¹⁴. Se incluye, además, una breve descripción del propósito de la ocupación, el nivel formativo requerido y un listado preliminar de habilidades críticas. Cabe señalar que las habilidades identificadas son de carácter general, ya que muchas de ellas dependen del tipo específico de tecnología o maquinaria que se adopte en cada fase de la cadena de valor. Esta información servirá como base para el diseño curricular y la planificación formativa futura.

a) Personal técnico en instalación y mantenimiento de equipos de generación

Ocupación: técnico en ingeniería eléctrica (3113).

Nivel de cualificación¹⁵: técnico superior no universitario (4).

Requisitos formativos: formación técnica en electricidad, energías renovables o electromecánica. Se valoran certificaciones específicas en instalación y mantenimiento de ecotecnologías fotovoltaicas o eólicas.

Propósito: instalar, operar y dar mantenimiento a sistemas de generación de energía renovable, incluyendo paneles solares y turbinas eólicas. Asegura el funcionamiento eficiente, seguro y continuo de los equipos de generación, contribuyendo a la sostenibilidad del suministro energético y al cumplimiento de estándares ambientales y de calidad.

Habilidad	Tipo	Descripción
Instalación de ecotecnologías renovables	Técnica	Montaje de equipos de generación según planos técnicos.
Mantenimiento preventivo	Técnica	Ejecutar rutinas de inspección, limpieza y sustitución de componentes críticos.
Monitoreo de generación eléctrica	Técnica	Utilizar sistemas SCADA u otros paneles para verificar niveles de voltaje, producción, eficiencia y estado de carga.
Seguridad y salud en el trabajo	Transversal	Aplicar normas de seguridad en trabajos en altura, manipulación de corriente continua y control de riesgos eléctricos.
Resolución de fallas operativas	Técnica	Diagnosticar y corregir fallas eléctricas o mecánicas en equipos de generación.
Atención al detalle	Transversal	Identificar anomalías en el funcionamiento de los equipos o en los parámetros de operación.
Documentación técnica	Transversal	Registrar consumos, tiempos de parada, acciones de mantenimiento y producción energética.

13. La CIUO es un sistema de clasificación desarrollado por las Naciones Unidas que organiza las actividades económicas por categorías jerárquicas estandarizadas. Su objetivo es facilitar la recopilación, presentación y análisis de datos económicos de manera comparable a nivel internacional, agrupando las actividades productivas en función de criterios comunes.

14. El Marco Nacional de Cualificaciones de Panamá (MNCNP) es un instrumento que organiza y articula la oferta educativa y profesional en ocho niveles de progresión, basados en resultados de aprendizaje, conocimientos, habilidades y competencias que una persona debe demostrar tras un proceso de formación o a partir de su experiencia laboral previa (Varela Rodríguez *et al.* 2020).

15. Se define como la categoría o rango de referencia que permite agrupar cualificaciones equivalentes en función de criterios determinados, como la autonomía, la complejidad, la variación y la responsabilidad.

b) Asesor comercial técnico en ecotecnologías

Ocupación: representante de ventas comerciales (3322).

Sector: energía renovable.

Nivel de cualificación: educación media técnica (3-4).

Requisitos formativos: formación técnica en electrónica. Se valora experiencia en ventas técnicas y consultivas, elaboración de planes de amortización e instalación de ecotecnologías.

Propósito: promocionar, negociar y coordinar la venta de bioetanol a clientes, asegurando el cumplimiento de las normas legales, sostenibilidad y trazabilidad del producto.

Habilidad	Tipo	Descripción
Diseño de soluciones tecnológicas	Técnica	Analizar necesidades del cliente y traducirlas en soluciones personalizadas de ecotecnologías.
Comunicación efectiva	Transversal	Explicar de forma clara beneficios técnicos y económicos de las tecnologías a públicos diversos.
Conocimiento de productos	Técnica	Dominar especificaciones, limitaciones y aplicaciones de sistemas fotovoltaicos, térmicos, etcétera.
Argumentación comercial	Transversal	Construir discursos de venta que integren argumentos técnicos, económicos y ambientales.
Elaboración de propuestas	Técnica	Preparar cotizaciones, simulaciones de ahorro y cronogramas de instalación.
Planes de retorno de inversión	Técnica	Calcular plazos de amortización, flujos de ahorro y beneficios económicos para el cliente.
Negociación	Transversal	Cerrar acuerdos comerciales considerando costos, plazos y condiciones del cliente.

c) Personal técnico en mantenimiento de infraestructura de almacenamiento y distribución de bioetanol

Ocupación: técnicos en ingeniería mecánica (3115).

Sector: energía renovable.

Nivel de cualificación: técnico superior no universitario (4).

Requisitos formativos: formación técnica en mecánica industrial, instrumentación o mantenimiento electromecánico o industrial. Se valora experiencia en plantas de procesamiento químico, operaciones de carga y descarga de combustibles líquidos, conocimiento en normas de seguridad y gestión ambiental.

Propósito: realizar tareas de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo en las infraestructuras asociadas a la producción, el almacenamiento y el transporte del bioetanol. Esto incluye válvulas, bombas, sensores, líneas de transferencia y sistemas de monitoreo. Su rol es esencial para garantizar la operatividad, la eficiencia y la seguridad de las estaciones de despacho y abastecimiento en entornos industriales y logísticos.

Habilidad	Tipo	Descripción
Mantenimiento de sistemas de transferencia	Técnica	Diagnóstico y reparación de líneas, acoples, compresores y bombas empleados en el despacho de bioetanol.
Calibración de instrumentos de control	Técnica	Ajuste de sensores de presión, caudalímetros, válvulas automáticas y sistemas de medición para líquidos inflamables.
Lectura e interpretación de planos técnicos	Técnica	Comprensión de diagramas de tuberías e instrumentación, eléctricos y mecánicos aplicados a plantas de bioetanol.
Aplicación de protocolos de seguridad en mantenimiento	Técnica	Trabajo en zonas clasificadas con procedimientos seguros para líquidos inflamables, control de derrames y atmósferas explosivas.
Gestión de mantenimiento programado	Técnica	Planificación y ejecución de mantenimientos conforme a cronogramas y especificaciones técnicas.
Registro técnico y trazabilidad	Transversal	Documentación de intervenciones, repuestos utilizados, condiciones detectadas y recomendaciones técnicas.
Atención al detalle	Transversal	Identificación de deterioro, fugas, vibraciones o desviaciones que puedan comprometer la seguridad.

d) Personal técnico en gestión de infraestructura para la disposición, tratamiento y valorización de residuos (no incluye valorización energética)

Ocupación: operadores de incineradores, instalaciones de tratamiento de agua y afines (3132).

Sector: gestión integral de residuos.

Nivel de cualificación: técnico superior no universitario (4).

Requisitos formativos: formación técnica en procesos industriales, logística o gestión integral de residuos. Se valora experiencia en la operación de rellenos sanitarios o de estaciones de transferencia, o bien en operaciones industriales vinculadas con el almacenamiento y procesamiento de materia prima.

Propósito: supervisar, operar y optimizar las infraestructuras destinadas a la disposición final, el tratamiento intermedio y la valorización de residuos sólidos, asegurando el cumplimiento de normativas ambientales, la eficiencia operativa y la seguridad del entorno físico y humano.

Habilidad	Tipo	Descripción
Control de procesos de tratamiento y valorización	Técnica	Seguimiento de operaciones como compostaje, digestión anaeróbica, estabilización de residuos o recuperación de materiales.
Gestión de inventarios	Técnica	Registrar, controlar y reportar el ingreso y la salida de materiales, insumos y residuos en las instalaciones.
Monitoreo ambiental y sanitario	Técnica	Verificación de parámetros de calidad del aire, agua y suelos asociados a las instalaciones, en coordinación con laboratorios o sistemas automatizados.
Control de vectores y condiciones sanitarias	Técnica	Aplicar medidas de control de plagas, limpieza y orden en zonas críticas, para garantizar condiciones adecuadas de higiene y operación.
Conocimiento de normativas ambientales	Técnica	Aplicar legislación vigente en materia de residuos sólidos, operación de infraestructura y mitigación de impactos ambientales.
Mantenimiento de equipos e infraestructura	Técnica	Cumplir con normas de seguridad industrial y medidas de protección para el personal en contacto con residuos.
Seguridad y salud en el trabajo	Transversal	Cumplir con normas de seguridad industrial y medidas de protección.
Coordinación con personal operativo	Transversal	Gestionar equipos de trabajo, operadores y contratistas, asegurando la continuidad, la eficiencia y la seguridad de las operaciones diarias.

e) Personal técnico en instalación y mantenimiento de ecotecnologías de valorización energética de residuos (incineradores y biodigestores)

Ocupación: operadores de instalaciones de producción de energía (3131).

Sector: energía renovable / gestión integral de residuos.

Nivel de cualificación: técnico superior no universitario (4).

Requisitos formativos: formación técnica en electricidad industrial, electromecánica o energías renovables. Se valora experiencia en plantas de biogás, incineración con recuperación de calor, digestión anaeróbica o gasificación.

Propósito: instalar, operar y realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de tecnologías de valorización energética aplicadas al tratamiento de residuos sólidos, garantizando su funcionamiento seguro, continuo y eficiente. Contribuye a transformar residuos en energía térmica o eléctrica en condiciones que cumplen los estándares técnicos y ambientales vigentes.

Habilidad	Tipo	Descripción
Instalación de sistemas de conversión energética	Técnica	Montaje y puesta en marcha de equipos como biodigestores, calderas, turbinas, generadores o sistemas de captura y uso de biogás.
Mantenimiento de ecotecnologías	Técnica	Ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos en componentes eléctricos, mecánicos y de control de plantas de valorización energética.
Lectura e interpretación de planos y diagramas técnicos	Técnica	Comprensión de esquemas eléctricos, hidráulicos y de control utilizados en sistemas de tratamiento térmico y bioenergético.

Habilidad	Tipo	Descripción
Monitoreo de variables de operación	Técnica	Registro y análisis de variables como temperatura, presión, flujo, generación eléctrica, niveles de emisiones y eficiencia energética.
Seguridad y salud en el trabajo	Transversal	Aplicación de normas de seguridad eléctrica, manejo de residuos peligrosos, atmósferas explosivas y espacios confinados.
Trabajo en equipo técnico	Transversal	Colaboración con otros técnicos, ingenieros y operadores para garantizar la operación integrada de la planta.

f) Operador de planta de biocombustibles

Ocupación: operadores de plantas y máquinas de productos químicos (8131).

Sector: energía renovable / gestión integral de residuos.

Nivel de cualificación: educación media técnica (3).

Requisitos formativos: formación técnica básica en procesos químicos.

Propósito: ejecutar y controlar las operaciones técnicas asociadas a la producción de biocombustibles líquidos o gaseosos a partir de materias primas orgánicas o residuos. Garantiza la calidad del producto, la seguridad de la operación y el cumplimiento de los parámetros ambientales y energéticos establecidos.

Habilidad	Tipo	Descripción
Operación de sistemas de producción de biocombustibles	Técnica	Control de variables de operación en unidades de biodiésel, bioetanol o biogás.
Manejo de reactores y tanques de fermentación	Técnica	Carga de insumos, control de tiempos de reacción, limpieza y acondicionamiento de los equipos.
Mantenimiento básico de equipos	Técnica	Ejecución de tareas preventivas en bombas, válvulas, tuberías y sistemas de agitación o calefacción.
Control de calidad del producto final	Técnica	Toma y análisis de muestras para verificar propiedades físico-químicas (viscosidad, contenido de agua, impurezas, grado alcohólico, etcétera).
Seguridad en procesos químicos e inflamables	Transversal	Aplicación de normas de seguridad para el manejo de materiales combustibles y equipos presurizados.
Atención al detalle	Transversal	Capacidad para detectar desviaciones en los parámetros del proceso, asegurar la precisión de los controles y mantener condiciones óptimas de producción.

g) Personal técnico en recuperación de materiales electrónicos (RAEE)

Ocupación: técnicos en electrónica (3114).

Sector: gestión integral de residuos.

Nivel de cualificación: técnico superior no universitario (4).

Requisitos formativos: las personas en estos puestos deben contar con formación técnica en electrónica e, idealmente, con experiencia en reparación de equipos electrónicos.

Propósito: gestionar la recolección, clasificación, reparación y procesamiento de residuos electrónicos, extrayendo materiales y minerales valiosos para su reutilización y reciclaje.

Habilidad	Tipo	Descripción
Desmontaje seguro de equipos RAEE	Técnica	Aplicar procedimientos técnicos para desmontar equipos eléctricos y electrónicos, separando materiales reutilizables y residuos peligrosos de forma controlada.
Clasificación de RAEE	Técnica	Capacidad para identificar y clasificar correctamente los diferentes tipos de residuos electrónicos, asegurando su adecuado tratamiento y recuperación de materiales valiosos.
Manejo seguro de sustancias peligrosas	Técnica	Aplicación de protocolos de salud y seguridad para tratar sustancias peligrosas.
Seguridad y salud en el trabajo	Técnica	Habilidad para manejar y almacenar de manera segura compuestos químicos que puedan estar presentes en los RAEE o que se usen en el proceso de extracción de materiales, minimizando riesgos de exposición y accidentes.
Atención al detalle	Transversal	Capacidad para diferenciar tipos de materiales y aplicar correctamente procedimientos de separación.

h) Operador de planta de reciclaje

Ocupación: operadores de máquinas para fabricar productos de material plástico (8142), operadores de máquinas para fabricar productos de papel (8143).

Sector: gestión integral de residuos.

Nivel de cualificación: educación media técnica (3).

Requisitos formativos: formación técnica básica o capacitación específica en manejo de maquinaria industrial, gestión de residuos y seguridad ocupacional. Se valora experiencia previa en entornos operativos y conocimientos de clasificación de materiales reciclables.

Propósito: operar, mantener y supervisar el funcionamiento de equipos y sistemas en instalaciones de tratamiento y reciclaje de residuos sólidos, asegurando la separación eficiente de materiales valorizables, el cumplimiento de normas de seguridad y el adecuado flujo de los procesos de valorización.

Habilidad	Tipo	Descripción
Manejo de maquinaria de reciclaje	Técnica	Operación de cintas transportadoras, prensas, trituradoras, separadores magnéticos y otras máquinas empleadas en el tratamiento de residuos.
Clasificación de materiales reciclables	Técnica	Identificación manual o automatizada de residuos valorizables (plásticos, metales, papel, vidrio), aplicando criterios de tipo, color, peso y composición.
Mantenimiento básico de equipos	Técnica	Ejecución de tareas de inspección, limpieza y ajuste de equipos para prevenir fallos y asegurar su funcionamiento continuo.
Seguridad y salud en el trabajo	Técnica	Aplicación de protocolos de protección personal, prevención de accidentes y manejo seguro de residuos en entornos industriales.
Atención al detalle	Transversal	Capacidad para diferenciar tipos de materiales y aplicar correctamente procedimientos de separación.
Trabajo en equipo	Transversal	Coordinación con otros operarios y supervisores para mantener la continuidad del flujo de residuos y la eficiencia de la planta.

i) Operador de recolección de residuos

Ocupación: recolectores de basura y material reciclable (9611).

Sector: gestión integral de residuos.

Nivel de cualificación: educación premedia (2).

Requisitos formativos: formación técnica básica en procesos químicos.

Propósito: realizar las actividades operativas de recolección, carga, transporte y entrega de residuos sólidos urbanos, reciclables o especiales, cumpliendo con los protocolos establecidos de seguridad, higiene y calidad del servicio.

Habilidad	Tipo	Descripción
Recolección segura de residuos	Técnica	Manipulación manual o mecánica de contenedores, bolsas y residuos, aplicando técnicas seguras de levantamiento y vaciado.
Clasificación básica en campo	Técnica	Identificación y separación inicial de residuos peligrosos, reciclables o no conformes durante la operación.
Coordinación con el conductor o supervisor de ruta	Técnica	Comunicación efectiva para optimizar recorridos y resolver incidencias en campo.
Manejo de equipos de compactación y transporte	Técnica	Operación básica de mecanismos hidráulicos o eléctricos de compactación en vehículos recolectores.
Seguridad y salud en el trabajo	Transversal	Aplicación de medidas de protección personal, higiene postjornada, prevención de cortes, pinchazos o exposición a materiales peligrosos.
Atención al detalle	Transversal	Observación precisa del entorno para identificar puntos críticos, fugas, contenedores dañados o condiciones inseguras durante la ruta.

j) Personal técnico de inspección en seguridad y medio ambiente

Ocupación: inspectores de la salud laboral, medioambiental y afines (3257).

Sector: energía renovable / gestión integral de residuos.

Nivel de cualificación: técnico superior no universitario (4).

Requisitos formativos: formación técnica superior en seguridad, salud y medio ambiente o en procesos industriales.

Propósito: evaluar la integridad estructural y la seguridad operacional de los sistemas utilizados en la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución de los biocombustibles.

Habilidad	Tipo	Descripción
Auditoría de condiciones de seguridad	Técnica	Revisión de sistemas de ventilación, detección de fugas, válvulas de alivio, equipos de protección y cumplimiento de normativas ambientales.
Conocimiento de normativa técnica	Técnica	Dominio de estándares nacionales e internacionales aplicables a instalaciones de bioetanol.
Elaboración de informes técnicos	Transversal	Redacción clara y estructurada de resultados de inspección, hallazgos, recomendaciones correctivas y seguimiento.

Habilidad	Tipo	Descripción
Atención al detalle	Transversal	Capacidad para identificar microdefectos o desviaciones mínimas que puedan representar riesgos en los sistemas de almacenamiento y transferencia de líquidos inflamables.

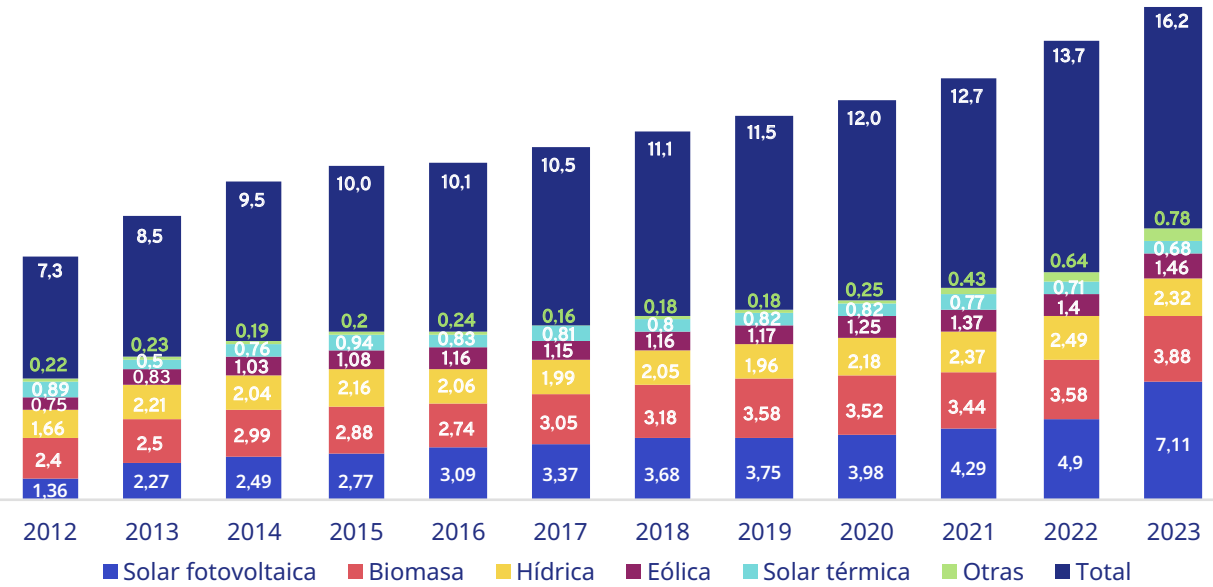
Etapa 4. Anticipación de la demanda

En esta etapa se realiza un ejercicio prospectivo orientado a proyectar las necesidades futuras de talento humano en los sectores priorizados. Se busca estimar cuántas personas calificadas, con habilidades específicas, se requeriran bajo distintos escenarios de crecimiento sectorial, modernización tecnológica y transición hacia modelos productivos más sostenibles. Este análisis resulta clave para alinear la oferta de formación técnica y profesional con la dinámica del mercado laboral verde, permitiendo una planificación más estratégica y adaptada a los desafíos del desarrollo sostenible.

Energías renovables

El empleo en energías renovables a nivel global ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, reflejando la consolidación de una transición hacia un sistema energético más sostenible. En 2023, la industria alcanzó un máximo histórico de 16,2 millones de puestos de trabajo, frente a los 13,7 millones en 2022, con un crecimiento del 18 por ciento, concentrándose principalmente en la energía solar fotovoltaica (OIT 2024). La expansión del empleo en este ámbito está vinculada principalmente a dos factores: el ritmo anual de capacidad de generación a nivel mundial y la dinámica de las industrias que fabrican equipos (como paneles solares, turbinas eólicas o biodigestores), así como de aquellas que prestan servicios asociados, como planificación de proyectos, obtención de permisos y financiamiento (IRENA y OIT 2024).

► Gráfico 3. Evolución del empleo global en energías renovables por tecnología (en millones de empleos)



Fuente: IRENA y OIT 2024.

De cara al futuro, se proyecta que la demanda global de energía se duplicará hacia 2050, lo que consolidará aún más la resiliencia y la expansión del mercado laboral vinculado a las energías limpias. Se estima que para ese mismo año los empleos en este sector podrían alcanzar los 42 millones, es decir, cuatro veces la cifra actual, impulsados tanto por la inversión en energías renovables como por medidas de eficiencia energética (que generarían unos 21 millones de empleos adicionales) y el desarrollo de soluciones de flexibilidad en los sistemas energéticos (otros 15 millones de empleos) (IRENA 2020).

En Panamá se estima la generación de más de 21.000 empleos verdes vinculados a la expansión de energías renovables, la eficiencia energética y la movilidad eléctrica. A esta cifra se sumarían los empleos derivados de la producción de biocombustibles, aunque todavía no existe un estimado concreto, ya que la magnitud del empleo por unidad de inversión puede variar significativamente según la fase del proyecto y la región. La infraestructura de producción todavía no se ha construido, y los impactos dependerán de la velocidad de implementación y de la tecnología seleccionada. Es importante señalar que, si bien la fase de construcción de plantas de etanol es intensiva en empleo y requiere profesionales de diversas áreas, esta genera un pico temporal de contratación. En contraste, las etapas de operación y mantenimiento presentan una demanda mucho menor de mano de obra.

Gestión integral de residuos

La adopción de modelos de economía circular comprende múltiples aristas que van desde la reducción en el consumo, la recolección diferenciada, el reciclaje y el compostaje, hasta la valorización energética. Cada una de ellas implica impactos diferenciados en el empleo según su nivel de tecnificación, intensidad de mano de obra y escala territorial. Por ello, estimar el impacto potencial en términos de generación de empleo requiere establecer metas específicas.

No obstante, con el propósito de ilustrar el potencial del sector bajo distintos escenarios, se realizó una proyección exploratoria. En un primer escenario, duplicar la tasa de reciclaje actual del 5 al 10 por ciento podría generar aproximadamente 2.553 empleos adicionales. En un segundo escenario, alcanzar una tasa de valorización del 50 por ciento permitiría crear cerca de 14.393 nuevos empleos, distribuidos en 14.159 empleos relacionados con el reciclaje de materiales aprovechables y 234 empleos vinculados con el compostaje de residuos orgánicos¹⁶. Estos datos reflejan el alto potencial del sector para contribuir a una transición justa y sostenible si se acompaña de políticas públicas e inversiones adecuadas.

Es importante señalar que estas estimaciones no incluyen los impactos laborales asociados al aumento en la recolección de residuos que se requeriría para alcanzar mayores tasas de valorización. Este aspecto podría generar efectos adicionales en el empleo, cuya magnitud variará en función: i) de la infraestructura disponible; ii) de los esquemas de recolección diferenciada adoptados, y iii) de la tecnología y la flota vehicular utilizada para el transporte de residuos.

Asimismo, el análisis excluye otras actividades clave dentro del modelo de economía circular, como la reparación y el reacondicionamiento de productos, que no solo evitan la generación de residuos, sino que también representan uno de los mayores potenciales de generación de empleo. De acuerdo con estimaciones internacionales, la reparación puede generar hasta 404 empleos por cada 10.000 toneladas de materiales procesados anualmente (Ribeiro-Broomhead y Tangri 2021), lo que resalta la importancia de incluir esta actividad dentro de las estrategias nacionales de circularidad.

16. Los cálculos se basan en una tasa de generación diaria de residuos de 1,7265 kg por persona (MiAMBIENTE 2024) y una población estimada de 4 millones de habitantes (INEC 2024), lo que representa una generación total de aproximadamente 2,52 millones de toneladas anuales. Se asume que el 75,86 por ciento de estos residuos son recolectados formalmente (MiAMBIENTE 2024). A partir de esta base, se estimaron empleos potenciales considerando tasas internacionales de generación de empleo por tipo de tratamiento: 321 empleos por cada 10.000 toneladas recicladas, 6,6 empleos por cada 10.000 toneladas compostadas, y 1,7 empleos por cada 10.000 toneladas dispuestas (Ribeiro-Broomhead y Tangri 2021). Bajo estos parámetros, duplicar la tasa actual de reciclaje (del 5 por ciento al 10 por ciento) generaría aproximadamente 3.069 empleos, mientras que alcanzar una tasa del 50 por ciento de reciclaje permitiría crear alrededor de 12.822 empleos, divididos en 12.614 para reciclaje de materiales aprovechables y 208 para compostaje de residuos orgánicos.

Etapa 5. Análisis de la oferta de formación

Esta fase se enfoca en examinar el grado de alineación entre las competencias requeridas por el mercado laboral (tanto en el presente como en escenarios futuros) y la oferta disponible en los sistemas de educación y formación. El objetivo es identificar brechas relevantes en ocupaciones estratégicas, así como deficiencias estructurales que limitan la capacidad del sistema formativo para responder de manera oportuna y efectiva a los cambios tecnológicos, productivos y ecológicos. El análisis también permite visibilizar cuellos de botella institucionales y áreas donde se requieren ajustes para mejorar la pertinencia, la cobertura y la calidad de los programas de formación técnica y profesional.

Actores clave y estructura del sistema de formación técnica en Panamá

En el país, el ecosistema de formación técnica y profesional involucra a una variedad de actores clave que interactúan entre sí, y que van desde instituciones gubernamentales y educativas hasta el sector privado:

- ▶ *Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MITRADEL)*: coordina políticas laborales y ha instalado el Comité Técnico de Implementación del Marco Nacional de Cualificaciones de Panamá (MNCP).
- ▶ *Autoridad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (AMPYME)*: fomenta el emprendimiento mediante políticas de apoyo y programas de capacitación para MIPYMES.
- ▶ *Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT)*: impulsa la innovación y el desarrollo tecnológico, apoyando proyectos de investigación y emprendimientos innovadores.
- ▶ *Instituto Técnico Superior Especializado (ITSE)*: ofrece formación técnica especializada y lidera programas para reducir la brecha de habilidades en sectores productivos clave.
- ▶ *Organismos internacionales y de cooperación*: brindan asistencia técnica para fortalecer la formación profesional y la implementación del MNCP, así como la mejora de la infraestructura y la oferta formativa del INADEH.
- ▶ *Empresas privadas*: establecen convenios y se benefician a través de programas de formación dual, que permiten a los estudiantes recibir formación teórica en centros de formación y prácticas laborales en las empresas.
- ▶ *Instituciones educativas y de formación técnica*: brindan formación técnica en áreas demandadas por el mercado laboral, facilitando la inserción de jóvenes y adultos en sectores productivos. Además, tienen programas académicos y de investigación orientados al desarrollo de habilidades técnicas y científicas.
- ▶ *Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano (INADEH)*: organismo rector del Estado panameño encargado de implementar políticas, estrategias y programas de formación profesional, capacitación laboral y gestión empresarial (INADEH 2023).

Recuadro 2. El INADEH

El INADEH es el principal ente público responsable de la formación profesional en Panamá. Está adscrito al MITRADEL y actúa alineado con las estrategias nacionales de desarrollo humano. Su misión es crear e impulsar un sistema nacional de formación profesional y técnica en ocupaciones productivas requeridas para el desarrollo sostenible. Su visión para 2030 es convertirse en la institución líder de formación técnica y profesional en el país, dotando de mano de obra calificada a los sectores productivos. El control financiero y administrativo recae en la Contraloría General de la República, lo que garantiza su transparencia institucional (INADEH 2025).

El financiamiento del INADEH proviene del presupuesto estatal, que le destina una contribución obligatoria del 1,5 por ciento de la planilla mensual de empresas privadas y de los fondos de la cooperación internacional. Entre los proyectos recientes destaca el Plan de Transformación y Mejora Integral del INADEH, financiado parcialmente por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), con una inversión de 55 millones de dólares. Este plan busca fortalecer los componentes académico, institucional y de infraestructura, beneficiando a más de 21.000 personas, que sumarán más de 100.000 en cinco años (CAF 2025). Su implementación cuenta con el apoyo de la Oficina de Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) y de la OIT, lo que permite integrar buenas prácticas internacionales.

Con presencia en todo el país a través de 23 centros, el INADEH ofrece más de 300 cursos distribuidos en más de 25 áreas de formación, atendiendo a poblaciones rurales y urbanas, así como a personas con discapacidad, jóvenes en riesgo y mujeres. El diseño de programas formativos se basa en un enfoque de competencias, articulado mediante mesas sectoriales con representación tripartita (empleadores, trabajadores y el gobierno). Estos diálogos permiten identificar necesidades sectoriales, actualizar programas y mejorar la pertinencia de la formación.

Oferta de formación

La oferta de educación técnica y profesional en Panamá vinculada a los sectores de la economía verde es aún incipiente. El INADEH no cuenta con programas relacionados con la gestión integral de residuos ni con la economía circular, y su oferta actual se limita a un catálogo reducido de entrenamientos en energías renovables, enfocados principalmente en la instalación y el mantenimiento de ecotecnologías.

Desde la Secretaría Nacional de Energía también se ha impulsado el programa “Campeonas Solares”, que ofrece capacitación de 280 horas en instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos a mujeres indígenas de la comarca Ngäbe-Buglé, una de las zonas con mayores brechas de acceso energético. Este programa no solo provee habilidades técnicas, sino que también incluye formación en capacidades financieras para promover el emprendimiento. A la fecha se han graduado 85 mujeres, muchas de las cuales han logrado insertarse laboralmente en empresas del rubro solar o han establecido sus propias microempresas (Marquín 2024).

En materia de formación profesional, ya existen algunos programas relevantes, incluyendo carreras y posgrados en Ingeniería Ambiental y Energías Renovables. Sin embargo, pese a su existencia, persiste la necesidad de transversalizar los enfoques ambientales a otros planes de estudio. Por un lado, la cantidad de egresados en estas áreas puede ser insuficiente para atender la creciente demanda de servicios especializados; por otro, los sectores verdes dependen de una variedad de ocupaciones críticas, como la ingeniería civil (para la construcción y el mantenimiento de infraestructura resiliente y sostenible), la arquitectura (para la incorporación de diseño bioclimático en los proyectos), la economía y la administración financiera (para el diseño de esquemas de financiamiento climático), el derecho (para la regulación ambiental), el turismo (para la adopción de modelos sostenibles) y otros perfiles relacionados con el desarrollo, la comercialización y la distribución de productos en esquemas circulares.

En este contexto, no basta con formar profesionales en ingeniería ambiental; es necesario garantizar que la perspectiva ambiental, la eficiencia energética y los principios de circularidad se integren de manera transversal en todos los planes de estudio. Aunque esta necesidad es particularmente evidente en los niveles universitarios, como se ha mencionado anteriormente, también aplica para la formación técnica.

Etapas de recomendaciones

Etapas de recomendaciones

En esta etapa final se presentan recomendaciones estratégicas orientadas a atender los principales retos identificados a lo largo del diagnóstico, combinando acciones de corto plazo con propuestas estructurales de mediano y largo alcance. Las recomendaciones buscan fortalecer la capacidad del sistema de formación para responder a las demandas de los sectores verdes, promover una transición justa e inclusiva y generar condiciones habilitantes para el desarrollo de talento en actividades sostenibles. Cada propuesta se construye con base en los hallazgos previos, y considera intervenciones articuladas a nivel institucional, organizacional y territorial.

Recomendaciones transversales

Desarrollar una taxonomía de habilidades para orientar la planificación sectorial

Como punto de partida para fortalecer el vínculo entre la acción climática y el desarrollo de capacidades laborales, se recomienda desarrollar una taxonomía de habilidades que permita clasificar de manera sistemática los conocimientos, las capacidades y las actitudes requeridas por los sectores estratégicos en el marco de la transición justa.

Esta herramienta facilitaría la orientación de ejercicios de prospectiva sectorial, permitiendo identificar perfiles ocupacionales emergentes, competencias críticas y brechas estructurales entre la oferta y la

demanda de habilidades en sectores clave, como energía, agricultura, bosques, residuos, construcción e industria. La taxonomía también serviría como insumo para actualizar los planes formativos del INADEH, las universidades públicas y otros actores del ecosistema de formación técnica y profesional.

Robustecer los estudios prospectivos de habilidades con enfoque sectorial y territorial

Se recomienda consolidar y ampliar los esfuerzos de prospectiva de habilidades liderados por el MITRADEL, MiAMBIENTE y el INADEH, con asistencia técnica de la OIT. Estos estudios deben mantenerse con un enfoque sectorial y territorial, alineado con los sectores estratégicos priorizados en el Plan Nacional de Adaptación, y orientados a anticipar los cambios en la demanda de habilidades y ocupaciones derivados de los procesos de transformación productiva, tecnológica, normativa y climática.

El presente estudio representa un paso relevante en esta dirección, al aplicar una metodología prospectiva en los sectores de energía y gestión integral de residuos. No obstante, se requiere robustecer y sistematizar este tipo de ejercicios para convertirlos en una práctica continua, institucionalizada y escalable. En particular, se recomienda extender la metodología a otros sectores prioritarios, como el sector agrícola, con énfasis en cultivos estratégicos, así como ampliar su cobertura territorial para capturar realidades regionales y locales.

Crear consejos sectoriales y territoriales de transición justa en formación profesional y superior

Se recomienda crear *consejos sectoriales y territoriales de transición justa en formación profesional y superior* como mecanismos permanentes de diálogo multiactor, orientados a alinear la oferta educativa con las transformaciones productivas derivadas de la acción climática. Estos consejos podrían estar integrados por autoridades educativas, como el MEDUCA o el INADEH, y contar con participación tripartita y de autoridades ambientales.

El mandato de estos consejos podría incluir:

- ▶ *coordinar los procesos de actualización curricular* en programas educativos vinculados a los sectores verdes en Panamá, asegurando la incorporación de habilidades alineadas con los cambios tecnológicos, normativos y ocupacionales, así como con la demanda del mercado laboral;
- ▶ *incentivar la transversalización de conocimientos y habilidades verdes* en los programas de formación profesional;
- ▶ *promover estándares comunes de calidad formativa*, articulados con los marcos nacionales de cualificaciones y las demandas del mercado laboral actual y futuro;
- ▶ *fomentar la inclusión de enfoques de género*, pertinencia territorial y diversidad cultural en el diseño, implementación y evaluación curricular;
- ▶ *establecer mecanismos de seguimiento de la inserción laboral* de los egresados, monitoreando su empleabilidad en ocupaciones verdes y su contribución a la transición productiva;
- ▶ *capacitar a los docentes y formadores* para fortalecer su desarrollo profesional y garantizar una educación y una formación efectiva.

La creación de estos consejos podría institucionalizarse aprovechando y fortaleciendo plataformas ya existentes, como los Comités Sectoriales de Formación Profesional vinculados al INADEH, los Consejos Académicos Universitarios, o espacios de coordinación regional y productiva, integrándolos en una arquitectura nacional de gobernanza para la transición justa.

Establecer mecanismos ágiles para la actualización continua de programas de formación profesional

A partir de los estudios prospectivos, y en el marco de los consejos de transición justa en formación profesional y superior propuestos, se recomienda establecer mecanismos ágiles y flexibles para la actualización continua de los programas de formación profesional, con el fin de responder oportunamente a la velocidad de cambio asociada a las tecnologías verdes y a los procesos de transición productiva.

Entre las acciones sugeridas se incluyen:

- ▶ la implementación de *ciclos cortos de revisión curricular*, especialmente en áreas técnicas y operativas;
- ▶ el diseño de *sistemas modulares de formación*, que faciliten rutas de aprendizaje adaptativas;
- ▶ el impulso de *metodologías de codiseño curricular* con el sector empresarial y social;
- ▶ el establecimiento de *esquemas de certificación dinámica* de competencias, capaces de reconocer aprendizajes formales, informales y no formales.

Asimismo, se debe fomentar el uso de plataformas digitales y herramientas tecnológicas que permitan escalar la capacitación continua y la formación dual, especialmente en zonas rurales o con baja densidad de oferta educativa. Estas iniciativas pueden desarrollarse en alianza con empresas, organizaciones locales y centros de formación acreditados, asegurando pertinencia territorial y empleabilidad real.

Adaptar los modelos de formación a las realidades territoriales y socioculturales

Dado que muchas de las iniciativas vinculadas a la transición verde en Panamá se concentran en zonas rurales y costeras y en comarcas indígenas, se recomienda adaptar los modelos de formación profesional y técnica a las particularidades territoriales y socioculturales de estos contextos.

Entre las estrategias sugeridas se incluyen:

- ▶ la *creación de centros de entrenamiento comunitario*, con infraestructura y equipos adecuados para procesos de capacitación práctica;
- ▶ el *desarrollo de contenidos formativos contextualizados*, que respondan a las condiciones ambientales, productivas y culturales del entorno;
- ▶ la *formación de formadores locales*, capaces de facilitar procesos de enseñanza en lenguas originarias o con enfoques pedagógicos pertinentes, respetando la diversidad cultural, lingüística y tecnológica de las comunidades.

Estas acciones deben alinearse con principios de inclusión, equidad y pertinencia, y contribuir a cerrar las brechas territoriales en el acceso a oportunidades laborales derivadas de la acción climática, promoviendo una transición justa con enfoque territorial.

Asegurar un enfoque de inclusión y equidad territorial en las políticas de formación

El desarrollo de los sectores de las economías verdes ofrece una oportunidad estratégica para promover el acceso equitativo al empleo y reducir brechas históricas de género, edad, situación socioeconómica y ubicación geográfica. Para ello, es fundamental incorporar principios de inclusión social y equidad territorial en el diseño e implementación de las políticas de formación.

Las acciones recomendadas son:

- ▶ *diseñar rutas formativas adaptadas a las características y necesidades de poblaciones prioritarias*, incluyendo jóvenes, mujeres, personas en situación de vulnerabilidad socioeconómica y comunidades asentadas en las áreas donde se desarrollará infraestructura energética;

- ▶ *incorporar servicios de orientación vocacional* con enfoque de género y pertinencia territorial, que permitan acercar a las personas a las oportunidades de la industria del etanol, desafiando estereotipos ocupacionales y promoviendo la participación de grupos históricamente subrepresentados, especialmente en perfiles técnicos y de operación industrial;
- ▶ *establecer esquemas de apoyo complementario*, como becas, ayudas para transporte, alimentación o cuidado infantil, orientados a remover barreras estructurales que limitan la participación en programas de formación profesional.

Energías renovables

Desarrollar programas de formación técnica integrales para las ocupaciones críticas identificadas

Con el propósito de fortalecer la empleabilidad en los sectores verdes, se recomienda el diseño y la implementación de programas de formación técnica integrales y modulares, que combinen tanto las habilidades específicas como las competencias transversales identificadas en este estudio. Estos programas deben responder directamente a las ocupaciones críticas priorizadas, permitiendo una inserción laboral efectiva y adaptable a distintos eslabones de las cadenas de valor.

En lugar de programas fragmentados o excesivamente especializados, se sugiere estructurar trayectorias formativas articuladas que permitan al participante construir un perfil profesional versátil, con posibilidad de emplearlo en diferentes fases del proceso productivo, desde la construcción e instalación hasta la operación y el mantenimiento de tecnologías limpias.

Las acciones clave para implementar esta recomendación incluyen:

- ▶ *diseñar currículos modulares basados en estándares de competencia y perfiles ocupacionales priorizados*, con enfoque progresivo y adaptativo, facilitando la formación escalonada desde niveles básicos hasta técnicos avanzados;
- ▶ *incorporar contenidos transversales esenciales en todos los módulos*, incluyendo eficiencia energética, conocimientos básicos de electricidad, electrónica y biocombustibles, así como seguridad y salud ocupacional, reconociendo que estos conocimientos habilitan la movilidad entre ocupaciones dentro del sector y favorecen la formación en el sitio de trabajo;
- ▶ *desarrollar rutas de formación flexibles* que contemplen tanto la etapa de construcción como la de operación, permitiendo que las personas puedan insertarse tempranamente en ocupaciones tales como obras civiles o montaje industrial, y avanzar hacia funciones más técnicas en la operación y el mantenimiento de plantas o sistemas tecnológicos;
- ▶ *promover alianzas con empresas y organismos sectoriales* para validar los contenidos, facilitar la formación dual y garantizar la pertinencia frente a las transformaciones tecnológicas y regulatorias del sector.

Este enfoque integral no solo aumentará la empleabilidad en el corto plazo, sino que contribuirá también al desarrollo de una fuerza laboral resiliente y capaz de acompañar sostenidamente la transición hacia una economía verde.

Implementar programas de educación continua para el *reskilling* de personas con perfiles técnicos y profesionales en áreas afines

Dado que el sector representa una oportunidad de transición laboral para personas provenientes de industrias relacionadas (como electricidad, química, mantenimiento industrial, petróleo y gas, entre otras), se recomienda establecer una oferta estructurada de educación continua orientada a la reconversión de habilidades con estos perfiles. Esta estrategia permitiría acelerar la disponibilidad de talento especializado y aprovechar la experiencia técnica acumulada en sectores tradicionales.

Las siguientes acciones pueden contribuir a implementar esta recomendación:

- ▶ *diseñar programas de corta y mediana duración* enfocados en complementar conocimientos previos con contenidos clave sobre biocombustibles, producción de bioetanol, normativas de seguridad, almacenamiento de gases y eficiencia energética;
- ▶ *identificar núcleos de trabajadores con perfiles transferibles*, como operadores de plantas industriales, técnicos en electricidad o mecánica, químicos industriales y profesionales en ingeniería, que puedan beneficiarse de procesos de *reskilling* para facilitar su movilidad hacia empleos verdes;
- ▶ *articular estas iniciativas con mecanismos de orientación laboral y programas de empleabilidad*, de modo que los trabajadores que egresen de programas de educación continua puedan vincularse con proyectos reales o acceder a pasantías, proyectos piloto o entrenamiento en empresas;
- ▶ *desarrollar plataformas virtuales o híbridas* de formación continua que permitan a las personas en empleo activo o con restricciones de movilidad actualizar sus competencias sin necesidad de suspender su actividad laboral actual.

Fortalecer las capacidades institucionales del INADEH para liderar la formación en la industria del etanol

Dado el rol estratégico del INADEH como principal entidad pública de formación técnica en Panamá, se recomienda implementar un conjunto de acciones orientadas a fortalecer sus capacidades institucionales, técnicas y operativas para acompañar el desarrollo de la industria del etanol. Este fortalecimiento debe permitir al INADEH anticipar las necesidades de formación, adaptar su oferta curricular, incorporar nuevas tecnologías y asegurar la calidad de los procesos formativos en línea con estándares internacionales.

Las acciones prioritarias incluyen:

- ▶ *realizar un mapeo de la infraestructura formativa existente del INADEH*, identificando los centros ubicados en zonas cercanas a los futuros polos industriales según su especialización (energía renovable, producción de etanol, derivados) para detectar necesidades de inversión en equipos, laboratorios o simuladores;
- ▶ *invertir en infraestructura y equipamiento formativo especializado* —como laboratorios de electrólisis, simuladores industriales y espacios de práctica en tecnologías limpias—, especialmente en centros regionales ubicados cerca de los futuros polos de producción;
- ▶ *desarrollar alianzas estratégicas con instituciones educativas líderes a nivel internacional* —como universidades técnicas, centros de excelencia en energías limpias y organismos multilaterales—, que permitan el intercambio de conocimientos, el desarrollo de programas conjuntos, la formación de formadores y el acceso a buenas prácticas globales;
- ▶ *impulsar el diseño de una unidad especializada dentro del INADEH*, que centralice la planificación, la articulación y el seguimiento de las iniciativas relacionadas con el bioetanol y otras áreas de la transición energética, facilitando la coordinación interinstitucional;
- ▶ *crear un plan nacional para capacitar instructores técnicos nacionales* en las áreas clave del sector, en colaboración con instituciones internacionales, programas de cooperación y actores privados;
- ▶ *fomentar pasantías técnicas internacionales y certificación docente* especializada en tecnologías de electrólisis, energías renovables, procesos químicos y automatización industrial.

Desarrollar programas de formación dedicados a la operación y el mantenimiento de cooperativas energéticas en zonas rurales

Se recomienda diseñar e implementar programas formativos específicos para fortalecer las capacidades técnicas, organizativas y de gestión de las cooperativas energéticas en zonas rurales, en particular aquellas que operan bajo esquemas de generación distribuida. Estas cooperativas juegan un papel clave en la ampliación del acceso a energía limpia, la apropiación comunitaria de los recursos y el desarrollo territorial sostenible. Los programas deben considerar las características particulares del entorno rural y las necesidades de sostenibilidad técnica, económica y social de las iniciativas comunitarias. La formación debe orientarse tanto al *funcionamiento técnico de los sistemas energéticos* (paneles solares, microrredes, almacenamiento, etc.) como a la *gestión organizacional y financiera de la cooperativa*, promoviendo la autonomía, la eficiencia operativa y la sostenibilidad a largo plazo.

Gestión integral de residuos

Desarrollar programas de formación técnica integrales para las ocupaciones críticas en el sector de residuos

Con el propósito de fortalecer la empleabilidad en el sector de residuos, se recomienda el diseño y la implementación de programas de formación técnica integrales y modulares que combinen tanto las habilidades específicas como las competencias transversales identificadas en este estudio. Estos programas deben responder directamente a las ocupaciones críticas priorizadas, permitiendo una inserción laboral efectiva y versátil a lo largo de toda la cadena de valor de la gestión integral de residuos.

En lugar de ofrecer capacitaciones aisladas o excesivamente técnicas, se sugiere estructurar trayectorias formativas articuladas que permitan al participante construir un perfil profesional adaptable, con posibilidades de emplearse en distintas etapas del proceso, desde la recolección y la clasificación hasta el tratamiento, la valorización y la disposición final de residuos.

Las acciones clave para implementar esta recomendación incluyen:

- ▶ *diseñar currículos modulares basados en estándares de competencia y perfiles ocupacionales priorizados*, con un enfoque progresivo que facilite la capacitación escalonada desde niveles básicos hasta cualificaciones técnicas más avanzadas, ajustándose a la diversidad de perfiles de ingreso;
- ▶ *incorporar contenidos transversales fundamentales en todos los módulos*, tales como eficiencia energética, gestión integral de residuos, principios de economía circular y seguridad y salud en el trabajo. Estas competencias habilitan la movilidad entre funciones dentro del sector, favorecen el aprendizaje en el sitio de trabajo y refuerzan una visión sistémica de los procesos sostenibles;
- ▶ *desarrollar rutas de formación flexibles* que permitan la incorporación temprana de personas en ocupaciones como clasificación, recolección y operación de plantas de tratamiento, y que brinden continuidad hacia funciones más complejas en compostaje, reciclaje industrial, manejo de residuos peligrosos o supervisión operativa;
- ▶ *establecer alianzas con empresas, gobiernos locales, organizaciones de recicladores y operadores de servicios públicos* para validar contenidos, garantizar la pertinencia sectorial, facilitar espacios de formación práctica y promover esquemas de inserción laboral.

Este enfoque integral no solo incrementará la empleabilidad de poblaciones en condiciones de vulnerabilidad o en sectores tradicionalmente informales, sino que contribuirá al fortalecimiento institucional del sector residuos y a la consolidación de una economía circular en el país.

Diseñar programas de reconversión laboral para nuevas etapas de la gestión de residuos

La transformación del sector de residuos en Panamá, impulsada por la transición de vertederos a rellenos sanitarios, la creación de estaciones de transferencia, plantas de separación y valorización y la incorporación de nuevas tecnologías, requiere una fuerza laboral con competencias renovadas. Esta evolución no solo modifica los procesos técnicos, sino que redefine los roles de los trabajadores, especialmente de recicladores de base y personal municipal, quienes históricamente han operado en condiciones de informalidad o con escasa capacitación técnica.

Frente a este escenario, se recomienda desarrollar programas integrales de reconversión laboral (*reskilling*) orientados a facilitar la transición de estos trabajadores hacia ocupaciones más técnicas, formales y seguras dentro de las nuevas fases del sistema de gestión integral de residuos.

Las acciones clave incluyen:

- ▶ *diseñar itinerarios formativos específicos* para recicladores, operadores municipales y otros actores en riesgo de desplazamiento, con contenidos prácticos sobre operación de maquinaria, clasificación automatizada, logística de residuos, mantenimiento de plantas de valorización y control de emisiones;
- ▶ *incorporar módulos sobre seguridad y salud en el trabajo*, especialmente en contextos de exposición a residuos peligrosos, trabajo en espacios confinados o manejo de equipos mecánicos, garantizando condiciones laborales más dignas;
- ▶ *desarrollar programas piloto de reconversión en municipios priorizados*, vinculando estos ejercicios a proyectos reales de inversión en infraestructura de residuos. Esto permitirá validar metodologías, ajustar contenidos y demostrar resultados en el corto plazo;
- ▶ *establecer mecanismos de certificación de competencias adquiridas* a través de la experiencia previa, combinados con procesos de formación modular, de modo que se reconozcan los saberes empíricos de los recicladores y se faciliten sus trayectorias formativas;
- ▶ *coordinar estos programas con iniciativas de inclusión social y acceso a servicios*, como afiliación a la seguridad social, acceso a crédito, asociatividad o apoyo psicosocial, especialmente para recicladores en situación de vulnerabilidad.

Esta estrategia permitirá no solo asegurar la disponibilidad de personal calificado para operar infraestructuras modernas, sino también promover una transición justa que reconozca y dignifique el rol histórico de quienes han sostenido el sistema informal de reciclaje en Panamá.

Fortalecer capacidades municipales para la gestión de residuos y economía circular

Dado que la gestión de residuos es una competencia clave de los gobiernos locales, fortalecer las capacidades técnicas y operativas de los municipios es fundamental para avanzar en la transición hacia una economía circular. No obstante, este objetivo enfrenta desafíos estructurales importantes: muchos de los puestos responsables de la planificación, supervisión y ejecución de los servicios municipales son de designación política, sujetos a los ciclos de cambio de gobiernos locales, lo que genera una alta rotación de personal, discontinuidad en los procesos y escasa profesionalización de los equipos técnicos. Esta situación limita la institucionalización del conocimiento y dificulta la implementación sostenida de estrategias de largo plazo.

Frente a este contexto, se recomienda:

- ▶ *capacitar de manera sistemática a funcionarios municipales* en aspectos clave de la gestión integral de residuos, incluyendo planificación, contratación, supervisión de concesiones y fiscalización de servicios, con el fin de reducir la dependencia de capacidades individuales y fortalecer la gestión institucional;

- ▶ *desarrollar guías metodológicas y herramientas operativas* que orienten la formulación de estrategias locales alineadas con la Hoja de Ruta Nacional de Economía Circular y con estándares técnicos de sostenibilidad, asegurando continuidad y coherencia entre administraciones;
- ▶ *diseñar programas de formación virtuales, asincrónicos y de acceso libre*, que puedan ser utilizados como insumo permanente para la capacitación de nuevo personal, independientemente de su ubicación o momento de ingreso en la administración pública;
- ▶ *explorar esquemas de certificación por competencias* para funcionarios municipales en temas de economía circular, que contribuyan a elevar el estándar técnico y a promover la profesionalización del rol público en este ámbito.

Estas acciones no solo permitirán mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de los sistemas de gestión de residuos a nivel local, sino que también contribuirán a institucionalizar el enfoque de economía circular en la administración pública territorial.

Promover la formación en actividades de alto potencial de empleo, como la reparación y la minería urbana

Se recomienda integrar de manera estratégica las actividades intensivas en mano de obra en la gestión integral de residuos —por ejemplo, la reparación, el reacondicionamiento, la remanufactura y la llamada “minería urbana” (recuperación de materiales valiosos de residuos electrónicos, eléctricos o industriales)— en las políticas de desarrollo de habilidades y en los programas de formación técnica, con un enfoque orientado a la empleabilidad, la innovación y la inclusión social.

Las acciones clave incluyen:

- ▶ *incluir la reparación, el reacondicionamiento, la remanufactura y la minería urbana* como sectores prioritarios en las estrategias nacionales y locales de formación técnica, alineando los catálogos de cursos del INADEH, el ITSE y otros centros formativos con estas necesidades;
- ▶ *diseñar currículos modulares de formación práctica* para técnicos en reparación de electrodomésticos, dispositivos electrónicos, mobiliario, maquinaria, textiles y equipos industriales, con contenidos adaptados a la evolución tecnológica y a la diversidad de materiales;
- ▶ *establecer laboratorios-talleres de formación y práctica*, en alianza con el sector privado, cooperativas, ONG y universidades técnicas, para permitir a los participantes aprender en entornos reales y desarrollar habilidades emprendedoras vinculadas a servicios de reparación, reciclaje y valorización;
- ▶ *impulsar centros locales de economía circular* que integren formación, servicios comunitarios de reparación, puntos de acopio de residuos valiosos y espacios de incubación de microemprendimientos verdes, especialmente en zonas urbanas con altos índices de desempleo juvenil;
- ▶ *vincular estas iniciativas con campañas de sensibilización ciudadana* que fomenten una cultura del mantenimiento, la reparación y la reutilización, contribuyendo a cambiar patrones de consumo y estimular la demanda de servicios sostenibles.

Desarrollar programas de formación que integren habilidades para el empleo y el emprendimiento en economía circular

Con el fin de diversificar las oportunidades de inserción laboral en el sector de residuos y fomentar modelos sostenibles de generación de ingresos, se recomienda diseñar programas de formación que combinen el desarrollo de habilidades técnicas con herramientas para el emprendimiento en economía circular. Estos programas deben enfocarse en promover una comprensión integral de las dinámicas de recuperación, acopio, clasificación, transformación y valorización de residuos, tanto orgánicos como inorgánicos, desde una perspectiva de negocio inclusivo, ambientalmente responsable y económicamente viable.

Este enfoque es particularmente relevante en contextos en los que predominan actividades informales de reciclaje y en los que existen barreras para la inserción laboral tradicional. La formación para el autoempleo y el emprendimiento puede abrir nuevas rutas económicas, especialmente para mujeres, jóvenes y poblaciones en situación de vulnerabilidad.

Las acciones clave incluyen:

- ▶ *diseñar currículos formativos modulares* que articulen contenidos sobre gestión de residuos, economía circular, modelos de negocios, comercialización, diseño de productos reciclados, acceso a financiamiento y cumplimiento de la normativa ambiental;
- ▶ *incluir módulos prácticos y de incubación de ideas de negocio*, en los que los participantes desarrollen proyectos reales de emprendimiento en actividades como reciclaje, compostaje, revalorización de materiales o servicios logísticos de recolección y acopio;
- ▶ *fortalecer alianzas con AMPYME, municipalidades, cooperativas, asociaciones de recicladores y organismos de cooperación*, para brindar acompañamiento técnico, acceso a redes de comercialización y mecanismos de apoyo financiero a los emprendimientos emergentes;
- ▶ *priorizar metodologías flexibles e inclusivas*, que permitan la participación de poblaciones diversas en zonas rurales y urbanas, incluyendo formación dual, mentorías y formación basada en proyectos.

Al integrar el enfoque de economía circular con el desarrollo de capacidades emprendedoras, se contribuye no solo a la creación de empleo verde, sino también al fortalecimiento de ecosistemas locales más resilientes y sostenibles.



► Anexos

Anexo 1. Actividades económicas impactadas por los sectores priorizados en el Plan Nacional de Adaptación

Sección	División	Actividad económica ¹⁷	Energía	Economía circular	Asentamientos humanos resilientes	Infraestructura sostenible	Salud pública	Agricultura, ganadería y acuicultura	Bosques	Gestión de cuencas	Sistemas marino-costeros	Turismo	Biodiversidad
A. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca													
1. Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	11. Cultivo de plantas no perennes	Cultivo de productos agroecológicos (11)		●				●	●				
	13. Propagación de plantas (producción en viveros)	Propagación de plantas y producción en viveros (13)						●	●	●	●		●
2. Silvicultura y extracción de madera	21. Silvicultura y otras actividades forestales	Silvicultura sostenible y manejo forestal no maderable (21, 23)							●				●
	24. Servicios de apoyo a la silvicultura	Servicios de apoyo a la silvicultura: protección ambiental y auditoría (24)							●				
3. Pesca y acuicultura	31. Pesca	Pesca sostenible y de bajo impacto (31)		●				●		●	●	●	
C. Industrias manufactureras													
13. Fabricación de productos textiles	139. Fabricación de otros productos textiles	Reciclaje y recuperación de materiales textiles (139)		●									
17. Fabricación de papel y de productos de papel	170. Fabricación de papel y de productos de papel	Reciclaje y recuperación de papel y cartón (170)		●									

17. Las descripciones de este listado detallan actividades de la economía verde. Dado que la clasificación CIIU/ISIC no las diferencia explícitamente, el código entre paréntesis asigna cada actividad al grupo o clase oficial más relevante de la clasificación estándar.

Sección	División	Actividad económica	Energía	Economía circular	Asentamientos humanos resilientes	Infraestructura sostenible	Salud pública	Agricultura, ganadería y acuicultura	Bosques	Gestión de cuencas	Sistemas marino-costeros	Turismo	Biodiversidad
C. Industrias manufactureras													
20. Fabricación de sustancias y productos químicos	201. Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos de nitrógeno, plásticos y caucho sintético en formas primarias	Producción de biocombustibles (201)	●										
22. Fabricación de productos de caucho y de plástico	221. Fabricación de productos de caucho	Reciclaje y recuperación de plásticos (221)		●									
23. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	231. Fabricación de vidrio y productos de vidrio	Reciclaje y recuperación de vidrio (231)		●									
25. Fabricación de productos de metal, excepto maquinaria y equipo	259. Fabricación de otros productos de metal; actividades de servicios de trabajo de metales	Reciclaje y recuperación de metales (259)		●									
26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	261. Fabricación de componentes y tableros electrónicos	Fabricación de equipos de generación fotovoltaica (261)	●										

Sección	División	Actividad económica	Energía	Economía circular	Asentamientos humanos resilientes	Infraestructura sostenible	Salud pública	Agricultura, ganadería y acuicultura	Bosques	Gestión de cuencas	Sistemas marino-costeros	Turismo	Biodiversidad
D. Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado													
35. Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	351. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	Generación y transmisión de energía a partir de fuentes renovables (351)	●										
	352. Fabricación de gas; distribución de combustibles gaseosos por tuberías	Producción y distribución de biogás (352)	●										
	354. Actividades de intermediarios y agentes de energía eléctrica y gas natural	Intermediación y corretaje de energías renovables (354)	●										
E. Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación													
36. Captación, tratamiento y suministro de agua	360. Captación, tratamiento y suministro de agua	Captación, tratamiento y suministro de agua (360)		●	●	●			●				
37. Evacuación de aguas residuales	370. Evacuación de aguas residuales	Evacuación y tratamiento de aguas residuales (370)		●	●	●			●				
38. Recogida, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales	381. Recogida de desechos	Recolección y transporte de residuos (381)		●	●		●						
	382. Tratamiento y eliminación de desechos	Tratamiento, recuperación y eliminación de residuos (382)		●									

Sección	División	Actividad económica	Energía	Economía circular	Asentamientos humanos resilientes	Infraestructura sostenible	Salud pública	Agricultura, ganadería y acuicultura	Bosques	Gestión de cuencas	Sistemas marino-costeros	Turismo	Biodiversidad
E. Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación													
39. Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos	390. Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos	Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de residuos (390)		●									
F. Construcción													
41. Construcción de edificios	410. Construcción de edificios	Construcción de edificaciones sostenibles (410)	●	●	●								
42. Obras de ingeniería civil	422. Construcción de proyectos de servicio público	Construcción de proyectos de servicios públicos: energía renovable (422)	●		●		●						
		Construcción de proyectos de servicios públicos: gestión de residuos (422)		●		●	●						
		Construcción de proyectos de servicios públicos: gestión hídrica (422)					●	●		●			
	429. Construcción de otras obras de ingeniería civil	Construcción de otras obras de infraestructura resiliente (429)			●	●	●						

Sección	División	Actividad económica	Energía	Economía circular	Asentamientos humanos resilientes	Infraestructura sostenible	Salud pública	Agricultura, ganadería y acuicultura	Bosques	Gestión de cuencas	Sistemas marino-costeros	Turismo	Biodiversidad
F. Construcción													
43. Actividades especializadas para la construcción de edificios y obras de ingeniería civil	431. Demolición y preparación del terreno	Demolición selectiva y deconstrucción sostenible (431)		●									
	432. Instalaciones eléctricas, de fontanería y otras instalaciones para obras de construcción	Instalación de ecotecnologías: sistemas solares térmicos y fotovoltaicos (432)	●										
G. Comercio al por mayor y al por menor													
46. Comercio al por mayor	467. Venta al por mayor especializada de otros productos	Comercio al por mayor de materiales de desecho y chatarra (467)		●									
47. Comercio al por menor	473. Venta al por menor de combustible para automóviles	Servicios de apoyo al transporte sostenible: puntos de despacho de biocombustibles (473)	●									●	
	476. Venta al por menor de bienes culturales y recreativos	Comercio al por menor de artesanías y otros <i>souvenirs</i> sostenibles (476)										●	
H. Transporte y almacenamiento													
49. Transporte terrestre y transporte por tuberías	492. Otros transportes terrestres	Servicios de transporte terrestre sostenible para turismo (492)										●	
50. Transporte acuático	501. Transporte marítimo y costero	Servicios de transporte acuático sostenible para turismo (501)										●	

Sección	División	Actividad económica	Energía	Economía circular	Asentamientos humanos resilientes	Infraestructura sostenible	Salud pública	Agricultura, ganadería y acuicultura	Bosques	Gestión de cuencas	Sistemas marino-costeros	Turismo	Biodiversidad
I. Actividades de alojamiento y de servicio de comidas													
55. Actividades de alojamiento	551. Actividades de alojamiento de corta duración	Hospedaje en establecimientos sostenibles (551)							●		●	●	●
	554. Actividades de servicios de intermediación para el alojamiento	Intermediación de servicios para turismo sostenible (554)							●		●	●	●
N. Actividades profesionales, científicas y técnicas													
71. Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	711. Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de consultoría técnica	Arquitectura y diseño bioclimático (711)			●	●							
72. Investigaciones y desarrollo experimental	721. Investigaciones y desarrollo experimental en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería	Investigación y desarrollo en ciencias naturales y medio ambiente (721)					●		●	●	●		●
O. Actividades de servicios administrativos y de apoyo													
79. Actividades de agencias de viajes, operadores turísticos y otras actividades relacionadas con viajes	791. Actividades de agencias de viajes y operadores turísticos	Actividades de agencias de viaje y operadores turísticos sostenibles (791)							●	●	●	●	●
81. Actividades de servicios a edificios y de paisajismo	813. Actividades de paisajismo y servicios de mantenimiento de zonas verdes	Diseño de paisajes y jardinería sostenible (813)			●							●	

Sección	División	Actividad económica	Energía	Economía circular	Asentamientos humanos resilientes	Infraestructura sostenible	Salud pública	Agricultura, ganadería y acuicultura	Bosques	Gestión de cuencas	Sistemas marino-costeros	Turismo	Biodiversidad
P. Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria													
84. Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	841. Administración del Estado y de las políticas económicas, sociales y ambientales de la comunidad	Supervisión y fiscalización de normativas ambientales (841)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
S. Artes, deportes y recreación													
91. Actividades de bibliotecas, archivos y museos y otras actividades culturales	914. Actividades de jardines botánicos y zoológicos y de reservas naturales	Gestión y conservación de reservas naturales y biodiversidad (914)							●		●	●	●
T. Otras actividades de servicios													
95. Reparación y mantenimiento de computadoras, efectos personales y enseres domésticos	951. Reparación de computadoras y equipo de comunicaciones	Reparación y mantenimiento de computadoras y equipos de comunicación y minería urbana (951)		●									
95. Reparación y mantenimiento de computadoras, efectos personales y enseres domésticos, y de vehículos automotores y motocicletas	952. Reparación de efectos personales y enseres domésticos	Reparación de efectos personales y enseres domésticos (952)		●									

Anexo 2.

Clusterización de actividades económicas en sectores verdes



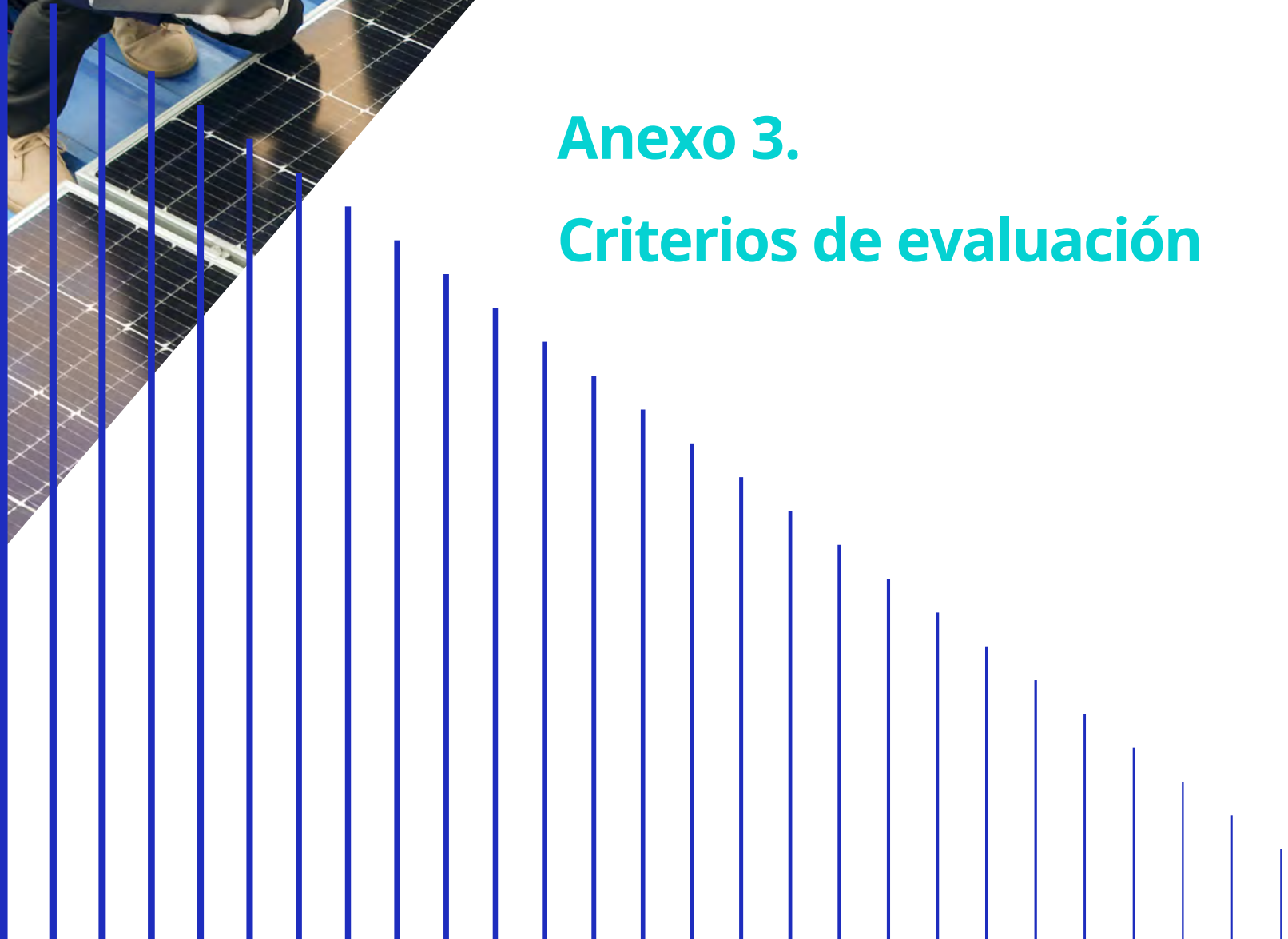
Sector (clúster)	Actividad económica
 Producción agropecuaria sostenible y servicios ambientales	• Cultivo de productos agroecológicos (11) • Propagación de plantas y producción en viveros (13) • Silvicultura sostenible y manejo forestal no maderable (21, 23) • Servicios de apoyo a la silvicultura: protección ambiental y auditoría forestal (24) • Pesca sostenible y de bajo impacto (31) • Investigación y desarrollo en ciencias naturales y medio ambiente (721) • Supervisión y fiscalización de normativas ambientales (841) • Gestión y conservación de reservas naturales y biodiversidad (914)
 Energía renovable	• Producción de biocombustibles (201) • Fabricación de equipos de generación fotovoltaica (261) • Generación y transmisión de energía a partir de fuentes renovables (351) • Producción y distribución de biogás (352) • Intermediación y corretaje de energías renovables (354) • Construcción de proyectos de servicios públicos: energía renovable (422) • Instalación de ecotecnologías: sistemas solares térmicos y fotovoltaicos (432) • Servicios de apoyo al transporte sostenible: puntos de despacho de biocombustibles (522) • Supervisión y fiscalización de normativas ambientales (841)
 Turismo sostenible	• Hospedaje en establecimientos sostenibles (551) • Intermediación de servicios para turismo sostenible (554) • Actividades de agencias de viaje y operadores turísticos sostenibles (791) • Supervisión y fiscalización de normativas ambientales (841) • Gestión y conservación de reservas naturales y biodiversidad (914) • Servicios de transporte terrestre sostenible para turismo (492) • Servicios de transporte acuático sostenible para turismo (501) • Comercio justo al por menor de artesanías y otros <i>souvenirs</i> sostenibles (467)

Sector (clúster)	Actividad económica
 Gestión del agua	• Captación, tratamiento y suministro de agua (360) • Evacuación y tratamiento de aguas residuales (370) • Construcción de proyectos de servicios públicos: gestión hídrica (422) • Supervisión y fiscalización de normativas ambientales (841)
 Construcción sostenible	• Construcción y adaptación de edificaciones sostenibles (410) • Construcción de proyectos de servicios públicos: energía renovable (422) • Construcción de proyectos de servicios públicos: gestión de residuos (422) • Construcción de proyectos de servicios públicos: gestión hídrica (422) • Construcción de otras obras de infraestructura resiliente (429) • Demolición selectiva y deconstrucción sostenible (431) • Instalación de ecotecnologías: sistemas solares térmicos y fotovoltaicos (432) • Arquitectura y diseño bioclimático (711) • Diseño de paisajes y jardinería sostenible (813) • Supervisión y fiscalización de normativas ambientales (841)
 Gestión integral de residuos	• Reciclaje y recuperación de materiales textiles (139) • Reciclaje y recuperación de papel y cartón (170), plásticos (221), vidrio (231) y metales (259) • Recolección y transporte de residuos (381) • Tratamiento, recuperación y eliminación de residuos (382) • Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de residuos (390) • Construcción de proyectos de servicios públicos: gestión de residuos (422) • Comercio al por mayor de materiales de desecho y chatarra (467) • Reparación y mantenimiento de computadoras y equipos de comunicación y minería urbana (951) • Reparación de efectos personales y enseres domésticos (952) • Supervisión y fiscalización de normativas ambientales (841)



Anexo 3.

Criterios de evaluación



Criterio	Puntaje	Descripción
Potencial de empleo y calidad de los empleos	3	El sector es de tamaño significativo y/o presenta altas proyecciones de crecimiento en el contexto de la transición verde. Además, la mayoría del empleo actual o proyectado se da en condiciones de formalidad y con posibilidades de mejora en la calidad del trabajo. Puede incluir sectores emergentes con potencial de escalar y generar trabajo decente.
	2	El sector puede ser de tamaño mediano o grande, pero con limitaciones importantes en materia de déficits de trabajo decente, lo que reduce su contribución al empleo verde estructurado.
	1	El sector es de tamaño limitado o con bajo potencial de crecimiento en empleo.
Exposición a tendencias perturbadoras	3	El sector está altamente expuesto a transformaciones estructurales derivadas de tendencias disruptivas, como la digitalización, el cambio tecnológico, la automatización o cambios significativos en la demanda de mercado. Esta exposición plantea la necesidad urgente de adaptación, reconversión y desarrollo de nuevas competencias.
	2	El sector presenta cierta exposición a cambios disruptivos, aunque estos afecten solo a una parte de su cadena productiva o se espera que su impacto sea gradual. La necesidad de transformación existe, pero no es inmediata ni generalizada.
	1	El sector se caracteriza por una estructura relativamente estable, con baja exposición a cambios tecnológicos, digitales o comerciales; por tanto, enfrenta un riesgo limitado de disrupción en el corto y en el mediano plazo.
Potencial de que las competencias mejoren el rendimiento del sector	3	El sector requiere una transformación profunda de sus perfiles ocupacionales, impulsada por cambios tecnológicos estructurales. El desarrollo de nuevas habilidades es indispensable para acceder al trabajo o mantenerse en él, y no se las puede adquirir mediante capacitación informal o en el puesto de trabajo.
	2	El sector requiere actualización o reconversión parcial de habilidades, generalmente asociadas a la adopción de nuevas prácticas sostenibles o al cumplimiento de estándares operativos. La mayoría de los trabajadores puede adaptarse con formación de corta duración o con asistencia técnica, sin necesidad de rediseñar completamente los perfiles ocupacionales.
	1	La transición verde en el sector no implica cambios sustantivos en los perfiles ocupacionales existentes. Las competencias actuales son suficientes o requieren ajustes menores que pueden incorporarse en el entorno laboral sin procesos formativos estructurados.
Responsabilización y participación de los asociados	3	Existe un mecanismo formal y activo de diálogo tripartito, con participación efectiva de sindicatos, empleadores y gobierno. Alta capacidad de negociación y gobernanza sectorial.
	2	Existen espacios de diálogo, pero son incipientes o informales o no involucran equitativamente a los tres actores. Participación sindical limitada.
	1	No existen mecanismos de diálogo consolidados ni participación significativa de trabajadores o empleadores en el sector.
Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales	3	Existen políticas sectoriales claras, actualizadas y alineadas con la acción climática y la transición justa.
	2	Existen políticas o instrumentos parciales, desactualizados o con limitada implementación.
	1	No se identifican políticas sectoriales específicas o están obsoletas o en desuso.



Anexo 4.

Evaluación de sectores

Energía renovable

Criterio	Puntaje
Potencial de creación de empleos verdes	3
Panamá ha iniciado una transformación estructural de su matriz energética, incorporando fuentes renovables. Se estima que el reemplazo por energías renovables tiene el potencial de generar hasta 93.000 empleos en el país para 2050, y más de 133.000 si se promueve el desarrollo local de la tecnología (UNEP 2022).	
Exposición a tendencias perturbadoras	3
El sector energético en Panamá está pasando por una transformación tecnológica y digital. Por un lado, este proceso de transición hacia la descarbonización del sector ha permitido la adopción creciente de tecnologías como la solar, la hidroeléctrica y la eólica, que en noviembre de 2024 lograron cubrir la demanda local e incluso suplir el déficit en otros países de la región (Singh 2024). Además, considerando que las mayores emisiones por el sector están vinculadas al transporte, el país está fomentando la adquisición de vehículos a base de fuentes más sostenibles para el transporte particular y masivo. Por otro lado, a través de la digitalización, se está buscando la mejora en la eficiencia y efectividad en las redes eléctricas, integrando fuentes intermitentes o de generación distribuida (autoconsumo), para garantizar una confiabilidad en el suministro eléctrico (Secretaría Nacional de Energía 2024).	
Potencial de que las competencias mejoren el rendimiento del sector	3
La transición energética implica no solo una reconversión del parque tecnológico, sino también cambios sustantivos en los perfiles ocupacionales, particularmente en actividades como generación y almacenamiento energético. Muchas de las tecnologías emergentes, como sucede en los sectores de transporte, industrias manufactureras y construcción, requieren formación técnica especializada que actualmente no está plenamente cubierta por los programas existentes.	
Responsabilización y participación de los asociados	3
El sector energético cuenta con una importante trayectoria de organización laboral. Destaca la participación del Sindicato de Trabajadores de la Industria Eléctrica y Similares de Panamá (SITIESPA), con presencia activa en espacios de diálogo social. Se han impulsado comités tripartitos orientados a una transición energética justa, lo que facilita la gobernanza participativa y la identificación temprana de desafíos laborales.	
Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales	3
El marco político-institucional del sector está orientado al Plan Nacional de Cambio Climático para el sector energía. Entre los instrumentos destacan los Lineamientos Estratégicos de la Agenda de Transición Energética (ATE) 2020-2030, las hojas de ruta que articulan los temas transversales para la descarbonización —como la Estrategia de Comunicación para la Transición Energética, Nexo Mujer y Energía— y el fortalecimiento institucional y la digitalización del sector eléctrico, para un acceso equitativo a la energía y la promoción del empleo verde. Además, recientemente el país ha desarrollado el Programa Nacional de Bioetanol.	

Gestión integral de residuos

Criterio	Puntaje
Potencial de creación de empleos verdes	3
La gestión integral de residuos es uno de los sectores prioritarios en la transición hacia un modelo productivo más sostenible. Sin embargo, su peso actual en el empleo es marginal, con apenas el 0,07 por ciento de las personas ocupadas. Aunque estimaciones indican que duplicar la tasa de reciclaje podría generar más de 2.500 empleos adicionales, y alcanzar una tasa del 50 por ciento de reciclaje permitiría crear alrededor de 14.393 empleos nuevos. Además, la incorporación de modelos de gestión integral de residuos permitiría disminuir los niveles de precariedad laboral existentes en las personas dedicadas a la recuperación de residuos.	

Criterio	Puntaje
Exposición a tendencias perturbadoras	3
El país está promoviendo un modelo de desarrollo basado en la economía circular. Además, las exigencias del mercado global actual están impulsando la adopción de modelos de negocios sostenibles en Panamá, que integren criterios ambientales en sus procesos de producción y consumo. No obstante, existe una falta de inversión en infraestructura y tecnología para desarrollar una gestión integral de los residuos (Urban Ocean 2022).	
Potencial de que las competencias mejoren el rendimiento del sector	3
La gestión integral de residuos requiere el desarrollo de perfiles técnicos nuevos en recolección, clasificación, tratamiento y valorización de residuos, así como en procesos de economía industrial, ecodiseño y gestión de materiales. Se trata de un sector en evolución en el que muchas ocupaciones aún no están plenamente definidas o profesionalizadas, lo que exige procesos formativos estructurados y adaptados a un entorno productivo cambiante.	
Responsabilización y participación de los asociados	2
El sector cuenta con una activa participación de actores empresariales, como el Sindicato de Industriales de Panamá, que ha promovido iniciativas para fortalecer la gestión integral de residuos. No obstante, no existe una representación formal de los recicladores u otros trabajadores del sector, quienes en su mayoría operan en condiciones de informalidad.	
Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales	3
Además de que el sector residuos es parte de los sectores priorizados en el Plan Nacional de Adaptación, se han desarrollado instrumentos clave como la Hoja de Ruta del sector Economía Circular con Enfoque de Cambio Climático, la actualización de normas técnicas, y la creación del Centro de Economía Circular.	

Construcción sostenible¹⁸

Criterio	Puntaje
Potencial de creación de empleos verdes	2
El sector de la construcción representa un pilar económico en Panamá, aportando cerca del 17 por ciento del PIB y generando aproximadamente el 8 por ciento del empleo total. Si se consideran también sus encadenamientos con actividades como transporte, vivienda y obras públicas, el peso conjunto asciende al 29 por ciento del PIB y al 15 por ciento del empleo. Sin embargo, la alta informalidad que caracteriza al sector limita su capacidad de generar empleo verde estructurado y de calidad.	
Exposición a tendencias perturbadoras	2
Este sector está expuesto a un modelo que promueve la adopción de prácticas sostenibles, la cuales ya se están integrando en proyectos de edificación, principalmente en el ámbito privado. Las iniciativas de construcción con criterios de sostenibilidad tienen mayor impulso debido a la demanda del mercado, que otorga valor y reconocimiento a través de certificaciones. En Panamá, las certificaciones que han sido implementadas incluyen LEED, EGE, WELL y FITWELL.	

18. Dado su alto nivel de interdependencia productiva, institucional y formativa, los sectores de infraestructura sostenible y asentamientos humanos resilientes se analizan de manera integrada. Ambos comparten una base económica centrada en la construcción, presentan desafíos similares en términos de diálogo social, y requieren perfiles ocupacionales convergentes vinculados a sistemas constructivos ecoeficientes, planificación urbana y resiliencia climática. Esta integración permite una evaluación más coherente del potencial de generación de empleo verde y de las necesidades de desarrollo de habilidades en el marco de la transición justa.

Criterio	Puntaje
Potencial de que las competencias mejoren el rendimiento del sector	3
El sector requerirá procesos de actualización técnica, particularmente en sistemas constructivos sostenibles, eficiencia energética y uso de materiales de bajo impacto ambiental. Sin embargo, la mayoría de las ocupaciones del sector construcción pueden adaptarse con ajustes menores, mediante formación en el puesto de trabajo o programas de corta duración. Aunque algunos perfiles especializados requerirán formación técnica más estructurada, el grueso del empleo puede incorporar prácticas sostenibles sin una reconversión laboral profunda.	
Responsabilización y participación de los asociados	3
El sector de la construcción y la infraestructura cuenta con una estructura sindical y empresarial sólida, con actores organizados, como el Sindicato Único de Trabajadores de la Construcción y Similares (SUNTRACS) y la Cámara Panameña de la Construcción (CAPAC), entre otros gremios empresariales. Estos actores participan activamente en procesos de negociación colectiva y cuentan con experiencia en diálogo social.	
Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales	3
Existen avances relevantes, como la Guía Técnica de Cambio Climático para Asentamientos Humanos, el Plan de Cambio Climático del sector Infraestructura en elaboración, y otras herramientas en desarrollo para orientar inversiones sostenibles y estrategias frente al desplazamiento climático. No obstante, aún se requiere consolidar un marco normativo integrado que promueva la adopción masiva de criterios de construcción sostenible.	

Producción agropecuaria sostenible y servicios ambientales

Criterio	Puntaje
Potencial de creación de empleos verdes	2
El sector de agricultura, ganadería y acuicultura concentra aproximadamente el 15 por ciento del empleo total en Panamá, lo que lo posiciona como uno de los principales empleadores del país. Sin embargo, alrededor del 85 por ciento de estas ocupaciones se desarrollan en condiciones de informalidad. Si bien existen oportunidades relevantes asociadas a la transición verde, el potencial de generación de empleo verde estructurado y de calidad en el corto plazo es moderado. El sector forestal, en tanto, tiene una participación marginal en el empleo nacional y genera ocupaciones de bajo volumen y escasa formalización. Existen iniciativas con potencial, como los programas de pagos por servicios ambientales o los bioemprendimientos comunitarios, pero su escala es reducida y su capacidad de expansión, limitada.	
Exposición a tendencias perturbadoras	2
El sector enfrenta los efectos del cambio climático, que afectan la productividad agrícola y ganadera, alteran calendarios de siembra y la disponibilidad hídrica, además de incrementar la incidencia de plagas y enfermedades. En ese sentido, el país está impulsando la adopción de prácticas agrícolas más resilientes y sostenibles a nivel nacional. Además, está promoviendo la producción orgánica y expandiendo la certificación a más industrias para aumentar su competitividad en el mercado local e internacional. Respecto a la gestión forestal, se están promoviendo iniciativas que permitan beneficiar a las comunidades locales en el marco de un proceso de certificación de buenas prácticas a lo largo de la cadena de valor.	
Potencial de que las competencias mejoren el rendimiento del sector	3
Por un lado, la oferta formativa actual está centrada mayoritariamente en aspectos agropecuarios tradicionales, con una cobertura parcial en prácticas sostenibles. Se requiere una ampliación de programas en temas como agricultura regenerativa, sistemas silvopastoriles, gestión climática de cultivos, control biológico de plagas y manejo costero integrado. Además, existen limitaciones en el acceso territorial a la formación técnica, especialmente en zonas alejadas, donde se concentra la actividad agrícola de subsistencia o familiar. En el sector forestal, si bien existen áreas emergentes para las que será clave la formación técnica, la mayoría de las actividades del sector no requieren cambios sustanciales en las habilidades actualmente disponibles.	

Criterio	Puntaje
Responsabilización y participación de los asociados	2
El sector se caracteriza por una baja institucionalización del diálogo social tripartito. Muchos empleadores no están formalizados; existen pocas organizaciones que representen de forma efectiva a trabajadores agrícolas o acuícolas. En el caso del manejo forestal, si bien se ha reactivado un Comité Nacional de Gestión Forestal, que integra a diversos actores del sector, y algunos trabajadores pueden estar afiliados a sindicatos de carácter general, no existen estructuras específicas de representación laboral que aborden las condiciones del trabajo forestal para una transición justa en ese ámbito.	
Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales	3
El sector agropecuario destaca el Plan Nacional de Cambio Climático del Sector Agropecuario 2018-2030, la creación del Sistema Nacional de Data Agroclimática y Estadística (SNDAESA), y las Mesas Técnicas Agroclimáticas (MTA). Estas iniciativas han fortalecido la base técnica y climática para orientar la producción sostenible con un enfoque de transición justa. En el caso del manejo forestal, el marco normativo y de planificación ha avanzado significativamente. Se cuenta con instrumentos relevantes, como el Mapa de Cobertura y Uso de Suelo, la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENREDD+), y la Guía Técnica Nacional de Cambio Climático para el UTCUTS. Estas últimas políticas ofrecen una base sólida para vincular conservación, adaptación climática y generación de empleo verde.	

Turismo sostenible

Criterio	Puntaje
Potencial de creación de empleos verdes	2
Este sector tiene un rol relevante en la conservación de la biodiversidad, el desarrollo local y la diversificación económica. En 2024 generó 392 mil empleos; su capacidad actual para generar empleo verde estructurado es moderada. Este sector tiende a desarrollarse en contextos rurales, bajo modalidades informales, temporales o de baja escala. Aunque existen ocupaciones emergentes que requieren perfiles técnicos especializados, como el monitoreo ambiental marino o la gestión de áreas protegidas, estas representan una proporción limitada dentro del empleo total del sector. Se estima que, en los próximos 10 años, el sector generará casi 113 mil nuevos empleos en Panamá, representando uno de cada cinco puestos de trabajo a nivel nacional (Berna 2024).	
Exposición a tendencias perturbadoras	2
El sector se enfrenta al aumento del nivel del mar y a la pérdida de biodiversidad; además, la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos impacta directamente sobre destinos turísticos costeros y de naturaleza. Asimismo, la digitalización de servicios turísticos está cambiando los modelos tradicionales de negocio del sector. Finalmente, el crecimiento del turismo responsable y sostenible impone nuevas exigencias en sostenibilidad, inclusión y certificaciones ambientales, forzando una reconversión en las prácticas del sector.	
Potencial de que las competencias mejoren el rendimiento del sector	3
El desarrollo de competencias tiene un alto potencial para mejorar el desempeño del turismo sostenible, especialmente si se orienta hacia la diversificación de servicios, la sostenibilidad y la innovación digital. Existen oportunidades particularmente en actividades como turismo comunitario, ecoturismo, estándares internacionales y certificaciones, gestión de residuos y adaptación al cambio climático; esto requiere formación técnica actualizada que no está plenamente cubierta por los programas existentes.	

Criterio	Puntaje
Responsabilización y participación de los asociados	3
La actividad turística cuenta con la participación de algunos sindicatos, como la Asociación de Guías de Turismo de Panamá (AGTP). Sin embargo, la participación de los trabajadores y las comunidades locales en el diálogo social aún es limitada, especialmente en zonas rurales, costeras e indígenas. Algunos <i>están afiliados a sindicatos multisectoriales o relacionados con actividades conexas</i> , como la hotelería, la gastronomía o el transporte. Sin embargo, no existen estructuras sólidas de representación laboral específicas del sector turístico con enfoque en condiciones de trabajo, protección social o transición justa.	
Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales	2
El turismo sostenible está reconocido como un eje estratégico en las políticas nacionales de desarrollo y cambio climático. Se cuenta con el Plan Maestro de Turismo Sostenible 2020–2025, que promueve un modelo de bajo impacto ambiental, articulado con la biodiversidad, las culturas locales y la resiliencia climática. Sin embargo, su implementación requiere de mayor articulación interinstitucional y territorial. Asimismo, este instrumento no ha sido actualizado, considerando que su vigencia concluyó en 2025.	

Gestión del agua

Criterio	Puntaje
Potencial de creación de empleos verdes	2
Si bien la gestión hídrica es estratégica para satisfacer las necesidades de los diversos sectores económicos, su capacidad actual para generar empleo verde estructurado es moderada. Las actividades asociadas, como monitoreo ambiental, reforestación de zonas ribereñas, mantenimiento de infraestructura hídrica y vigilancia comunitaria, tienden a ser de baja escala, temporales o desarrolladas en esquemas comunitarios con niveles variables de formalidad y cualificación.	
Exposición a tendencias perturbadoras	2
Los eventos climáticos extremos, como sequías prolongadas e inundaciones intensas, están afectando la disponibilidad, calidad y distribución del recurso hídrico. Por otro lado, hay un avance tecnológico para la gestión del agua y de aguas residuales, así como para el sistema hidráulico.	
Potencial de que las competencias mejoren el rendimiento del sector	2
El sector requerirá procesos de reconversión laboral, especialmente en comunidades vinculadas a la protección del recurso hídrico. Si bien existen ocupaciones emergentes que demandan perfiles técnicos especializados, como hidrología o monitoreo ambiental, estas representan una proporción limitada del empleo total del sector. En su mayoría, las tareas se centran en la adopción de prácticas sostenibles relacionadas con la protección y conservación de cuencas hidrográficas, la vigilancia comunitaria y el mantenimiento de infraestructura verde, que pueden ser atendidas mediante formación de corta duración y esquemas de extensión comunitaria.	
Responsabilización y participación de los asociados	2
Existen instancias institucionales, como los Comités de Cuenca Hidrográfica y el Consejo Nacional del Agua, pero las personas trabajadoras vinculadas a la gestión de las cuencas no están representadas de manera efectiva en estos espacios. Tampoco se observa una articulación consistente con gremios empresariales o sindicatos sectoriales, a pesar del impacto transversal que la gestión del agua tiene en diversas ramas productivas.	
Pertinencia estratégica de políticas y armonización con las políticas climáticas y ambientales	3
El país cuenta con el Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050. Además, está en desarrollo el Plan de Adaptación del sector agua, así como otros instrumentos orientados al manejo integral de las cuencas del Canal de Panamá y sus subcuencas. Por otro lado, se ha elaborado una Guía Técnica de Cambio Climático para el sector marino-costero, lo que representa un avance importante. Sin embargo, el marco normativo aún está en proceso de consolidación y su implementación requiere mayores niveles de articulación interinstitucional y territorial.	

A photograph of a woman in profile, looking to the left. She is wearing a white blouse with intricate purple and yellow embroidery on the sleeves and chest, and a matching skirt. She has a beaded necklace and her hair is styled in a braid. The background is a blurred outdoor setting with trees.

► Bibliografía

- Berna, Adriana. 2024. "Actualidad turística de Panamá, ¿cómo se encuentra la industria del país?" Revista MÍA, 24 de agosto de 2024.
- Brown, Andrew y Peter Börkey. 2024. *Plastics recycled content requirements*. Environment Working Paper No.236. París: OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development).
- CAF (Banco de Desarrollo de América Latina y El Caribe). 2025. *Presidente de Panamá coloca piedra fundacional de nuevas edificaciones para formación técnica-profesional*. 7 de mayo de 2025.
- Cataki. 2025. Página web de Cataki.
- EAVE. 2024. "¿Por qué ha disminuido casi un 90% el coste de la energía fotovoltaica en la última década?". EAVE, 9 de noviembre de 2024.
- IEA (International Energy Agency). 2024. "Batteries and Secure Energy Transitions". 25 de abril de 2024. París: IEA.
- ____. 2025. "Energy demand from IA."
- INADEH (Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano). s. f. Página web del INADEH.
- ____. 2023. "Manual de organizaciones y funciones" (Documento interno, inédito, s.l.: s.n).
- ____. 2025. "Nosotros".
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, Panamá). 2024. "Resultados Finales Básicos XII Censo Nacional de Población y VIII de Vivienda 2023."
- ____. 2025. "Dashboards INEC. Exportaciones por países."
- IRENA (International Renewable Energy Agency). 2020. *Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*. Abu Dhabi: IRENA.
- IRENA y OIT. 2024. *Renewable energy and jobs: Annual review 2024*. Abu Dhabi: IRENA y Ginebra: OIT.
- Lewis, Michelle. 2025. Batteries are so cheap now, solar power doesn't sleep. Electrek, 20 de junio de 2025.

- Marquínez, Arellys. 2024. "Capacitan a mujeres de Ngäbe Buglé en instalación y mantenimiento de paneles solares." tvn, 15 de abril de 2024.
- MiAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). 2021. "MiAMBIENTE cumple con el Gran Día Nacional del Reciclaje a nivel nacional."
- _____. 2024. "Documento de Inventario Nacional 2024. Primer Informe Bienal de Transparencia de Panamá ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)." Panamá: MiAMBIENTE, Wetlands, GEF (Fondo para el Medio Ambiente Mundial) y PNUD.
- _____. 2025. "Pacto de Panamá con la naturaleza."
- MiAMBIENTE y PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2024. "Hoja de Ruta para el sector de Economía Circular con enfoque de Cambio Climático."
- Minsa (Ministerio de Salud). 2021. *Vulnerabilidad al Cambio Climático en la República de Panamá y su Repercusión en la Salud*. Panamá: Minsa y OPS.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2019. *Estudio de métodos mixtos sobre el trabajo infantil en la caña de azúcar en Panamá. Informe de investigación*. Ginebra: OIT.
- _____. 2022. *Prospective occupational skills need in the Guyanese construction industry 2022-2026*. Puerto España: Oficina de la OIT para el Caribe.
- _____. 2024. "El empleo en energías renovables creció a su mayor tasa anual en 2023 hasta alcanzar los 16,2 millones de puestos de trabajo". *IRENA/OIT Noticias*, 1 de octubre de 2024. (Abu Dhabi/ Ginebra).
- _____. 2025. "Competencias para la productividad, el medio ambiente y la diversificación económica (SPEED) - Nota de orientación."
- PNUD. 2023. "Un país pequeño y un reto enorme: la gestión integral de residuos sólidos en Panamá." *PNUD, Laboratorios de aceleración*.
- PNUMA (Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas). 2021. "La oportunidad de negocio de la Generación Solar Distribuida en Panamá." (video). PNUMA y Generación SOLE.
- PwC. 2024. "Consumers willing to pay 9.7% sustainability premium, even as cost-of-living and inflationary concerns weigh: PwC 2024 Voice of the Consumer Survey". Press Release, 15 de mayo de 2024.
- Ribeiro-Broomhead, John y Neil Tangri. 2021. "ZeroWaste and Economic Recovery: The Job Creation Potential of Zero Waste Solutions." *Global Alliance for Incinerator Alternatives (GAIA)*.
- Ruiz, Michelle A. y Jazmin L Mack-Vergara. 2024. "Analysis of Climate Risk in Panama's Urban Areas." *Climate*, 12 (7): 104.
- Secretaría Nacional de Energía, 2024. "Resolución N° MIPRE-2024-0014471. Que adopta la hoja de ruta para la digitalización del sector eléctrico de Panamá, 20 de abril de 2024."
- Singh, Nanda. 2024. "Récord de renovables en Panamá: 100% de generación para la demanda local y más de 200 MW exportados a la región." *Energía Estratégica*, 12 de noviembre de 2024.
- UE (Unión Europea). 2025. "Packaging waste regulation." European Commission. Energy, Climate change, Environment.
- UNEP (United Nations Environment Program). 2022. "Is Natural Gas a Good Investment for Latin America and the Caribbean? From Economic to Employment and Climate Impacts of the Power Sector". 22 de octubre de 2022.
- Urban Ocean. 2022. "Fomentar la recuperación de material reciclable en la Ciudad de Panamá."
- Varela Rodríguez, Juan Carlos; Zulphy Santamaría Guerrero, Alfonso Rosas Castillo, Bibiam Díaz Barragán, Liliana González Ávila, Maaret Cañedo Lohikoski, Fernando Vargas Zúñiga, Dilsa Villarreal Batista, Pabla Ávila Fernández. 2020. *Marco Nacional de Cualificaciones de Panamá*. Caracas: CAF.



<https://www.ilo.org/panama>

Organización Internacional del Trabajo

Oficina de la OIT para América Central, Panamá
y República Dominicana

San José, Costa Rica