



**EMPLEO VERDE E IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE PROYECTOS EÓLICOS
COSTA AFUERA EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

**BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO – MINISTERIO DE MINAS Y
ENERGÍA**

26 de junio de 2024

DOCUMENTO AN-C-1412-04

PRODUCTO NO. 4

REVISIÓN 02

Bogotá D.C. junio de 2024

CONTENIDO

1	GLOSARIO Y SIGLAS	6
2	INTRODUCCIÓN	7
2.1	OBJETIVOS GENERALES	7
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3	ALCANCE Y METODOLOGÍA	9
4	DEMANDA DE EMPLEO VERDE	13
4.1	EMPLEO DIRECTO, INDIRECTO E INDUCIDO	14
4.2	EXPERIENCIAS INTERNACIONALES	17
4.2.1	ANÁLISIS EXPERIENCIA REINO UNIDO – FTE/MW	19
4.2.2	ANÁLISIS EXPERIENCIA DINAMARCA – FTE	21
4.2.3	ANÁLISIS EXPERIENCIA ESTADOS UNIDOS – FTE/MW	22
4.2.4	ANÁLISIS EXPERIENCIA COREA DEL SUR – FTE/MW	23
4.2.5	ANÁLISIS EXPERIENCIA TAIWÁN – FTE/MW	24
4.2.6	ANÁLISIS EXPERIENCIA VIETNAM – FTE/MW	24
4.2.7	CONCLUSIONES ANÁLISIS INTERNACIONAL	24
4.3	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS PROBABLES EÓLICA COSTA AFUERA (MW A INSTALAR CON ESCALA TEMPORAL)	25
4.3.1	HOJA DE RUTA PARA EL DESPLIEGUE DE LA ENERGÍA EÓLICA COSTA AFUERA	26
4.4	PEN – PLAN ENERGÉTICO NACIONAL	27
4.5	PERSPECTIVAS PRIMERA RONDA DE ASIGNACIÓN	28
4.6	ESCENARIOS DE DESARROLLO DE PROYECTO COSTA AFUERA	28
4.7	CONCLUSIÓN	30
4.8	SUPUESTOS Y ESCENARIOS DE DEMANDA DE EMPLEO	30
4.8.1	ESCENARIOS DE FTE PARA EMPLEOS DIRECTOS	31
4.8.2	ESCENARIOS DE FTE PARA EMPLEOS INDIRECTOS	34
4.8.3	ESCENARIOS DE FTE PARA EMPLEOS INDUCIDOS	41
4.9	OFERTA DE EMPLEO VERDE LOCAL	45
4.10	CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA LABORAL	46
4.10.1	METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE INDICADORES DE OFERTA LABORAL	46
4.11	CARACTERIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO-MUNICIPIOS	49
5	IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS	50
5.1	CAPITAL FINANCIERO	53
5.2	CAPITAL MANUFACTURADO	55
5.3	CAPITAL NATURAL	59
5.3.1	SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO	60
5.3.2	SOPORTE Y REGULACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	60
5.3.3	SERVICIOS CULTURALES	60
5.4	CAPITAL HUMANO	62
5.5	CAPITAL SOCIAL	68
5.5.1	BIENESTAR PERSONAL	68
5.5.2	DÓNDE VIVIMOS	68
5.5.3	¿QUÉ HACEMOS?	71
5.5.4	NUESTRAS RELACIONES	72
5.6	GOBERNANZA	73
5.6.1	DÓNDE VIVIMOS	76
5.7	CONCLUSIONES	77
6	REFERENCIAS	83

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 3-1 Relación contenida del documento.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3-2 Modelo de los cinco capitales.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4-1 Metodología estimación demanda de empleo directo.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4-2 Área de influencia del proyecto.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 4-3 Capacidad instalada y operativa en proyectos ECA a 2023.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4-4 Capacidad instalada por país y operativa en proyectos ECA a 2023.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4-5 Expectativas trabajos directos e indirectos ECA 2023 -2030 para.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4-6 Escenarios eólico costa afuera – Hoja de Ruta.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 4-7 Escenarios expansión energía eólica costa afuera a 2050.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 4-8 Escenario bajo – FTE directos.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 4-9 Escenario alto – FTE directos.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4-10 Escenario primera ronda competitiva – FTE directos.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 4-11 Escenario bajo – FTE indirectos.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 4-12 Escenario alto – FTE indirectos.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 4-13 Escenario primera ronda competitiva – FTE indirectos.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 4-14 Escenario bajo – FTE inducidos.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4-15 Escenario alto – FTE inducidos.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 4-16 Escenario primera ronda – FTE inducidos.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 5-1 Modelo de los cinco capitales.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 5-2 Relación capitales y bienestar.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 5-3 Transferencias estimadas Millones de dólares.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 5-4 Mapa Puerto DIMAR.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 5-5 Mapa subestaciones 500 kV y 220 kV.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 5-6 Roles de la demanda laboral requerida en proyectos de energía eólica costa afuera.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 5-7 Áreas con aptitud de pesca artesanal de camarón en el área general de nominación y área DIMAR.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 5-8 Caladeros de pesca en el área general de nominación y área DIMAR.....</i>	<i>70</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Tabla 4-1 Fases proyecto eólico costa afuera y duración.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 4-2 Países con proyecciones expansiones importantes propuestas.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 4-3 FTE/MW directos Reunió Unido.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 4-4 FTE/MW indirectos Reino Unido.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4-5 FTE/MW directos, indirectos e inducidos Dinamarca.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4-6 FTE/MW directos, indirectos e inducidos Dinamarca - Puertos.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 4-7 FTE/MW empleos directos.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 4-8 FTE/MW empleos directos Corea del Sur.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 4-9 FTE/MW empleos directos Vietnam.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 4-10 Resumen FTE/MW por fase proyecto eólico costa afuera.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 4-11 Desarrollo de capacidad eólica costa afuera.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 4-12 Escenarios de desarrollo de la energía eólica costa afuera al 2052 - PEN.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4-13 Empleos Inducidos.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4-14 Impacto FTE para cada escenario.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 4-15 Indicadores departamentales (Atlántico).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 4-16 Indicadores departamentales (Bolívar).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 4-17 Indicadores departamentales (Magdalena).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 4-18 Indicadores departamentales (Sucre).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 5-1 Distribución del CAPEX.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 5-2 Resumen de hallazgos sobre impactos.....</i>	<i>77</i>

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. *Indicadores municipales del mercado laboral*

Anexo B. *Caracterización socioeconómica área de estudio -Municipios-*

Anexo C: *Propuesta distancia a la playa*

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Copias de este documento fueron entregadas a las siguientes personas:

PERSONA	CARGO	COPIAS
Oscar Páramo	Consultor BID	1
Heidy Alexandra Peña	Coordinadora MME	1

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha de Modificación	Observaciones
00	Documento Original	26-06-2024	-
01	Todo el documento	06/08/2024	Se atendieron los comentarios de la revisión del Ministerio
02	Capítulo 4.8.2	23/08/2024	Se atendieron comentarios de la revisión del Ministerio

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Título del documento: EMPLEO VERDE E IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE PROYECTOS EÓLICOS COSTA AFUERA EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
Documento N°: AN-C-1412-04					
Número de revisión		0	1	2	3
Elaboró	Nombre	Salomé Ruiz	Salomé Ruiz	Salomé Ruiz	
	Área	Dirección proyecto	Dirección proyecto	Dirección proyecto	
	Nombre	Karen Martínez	Karen Martínez	Karen Martínez	
	Área	Social	Social	Social	
	Nombre	Humberto Rodríguez	Humberto Rodríguez	Humberto Rodríguez	
	Área	Técnica eólica	Técnica eólica	Técnica eólica	
	Nombre	Oscar Valle	Oscar Valle	Oscar Valle	
	Área	Ambiental	Ambiental	Ambiental	
	Nombre	Adriana Contreras	Adriana Contreras	Adriana Contreras	
	Área	Coordinación	Coordinación	Coordinación	
	Nombre				
	Área				
	Fecha	26-06-2024	06-08-2024	23-08-2024	
Aprobó:	Nombre	Arcenio Torres	Arcenio Torres	Arcenio Torres	
	Firma				
	Fecha	26-06-2024	06-08-2024	23-08-2024	
Control de calidad	Nombre	Juan Salcedo	Juan Salcedo	Juan Salcedo	
	Firma				
	Fecha	26-06-2024	06-08-2024	23-08-2024	
USAENE S.A.S.			Dirección: Salome Ruiz		

1 GLOSARIO Y SIGLAS

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CE	Comisión Europea
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas. Es la entidad encargada de regular los servicios de electricidad y gas según establece en la ley 142 y 143 de 1994. Fue creada por el Gobierno Nacional de Colombia para regular las actividades de los servicios públicos.
DIMAR	Dirección General Marítima
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ECA	Proyectos Eólicos Costa Afuera
FTE	Trabajos Formales Equivalentes – por sus siglas en inglés
GEIH	Gran Encuesta Integrada de Hogares
IES	Instituciones de Educación Superior
MME	Ministerio de Minas y Energía. Es la oficina estatal que se encarga de dirigir la política nacional en cuanto a minería, hidrocarburos e infraestructura energética.
MW	Megavatio – potencia
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OIT	Organización Internacional del Trabajo
ONS	Oficina de Estadística Nacional de Reino Unido
TEJ	Transición Energética Justa
UPME	Unidad de planeación minero-energética. Es una unidad administrativa especial, adscrita al ministerio de minas y energía, encargada de la planeación integral del sector minero energético, creada por el decreto 2119 de 1992 y organizada según lo previsto en el artículo 15 de la Ley 143 de 1994.

2 INTRODUCCIÓN

Desde la publicación de la hoja de ruta para desarrollar la energía eólica costa afuera, se construyó un instrumento regulatorio entre el Ministerio de Minas y Energía y la Dirección General Marítima–DIMAR que permite asignar áreas marítimas para proyectos de energía eólica costa afuera bajo transparencia, idoneidad y competencia en una industria nueva en el país y Latinoamérica. Esta regulación se consignó en la Resolución 40284 de 2022, Resolución 40712 de 2023 y demás modificatorias. Mediante la resolución mencionada se convocó a la primera ronda del proceso competitivo bajo el cual se otorgarán Permisos de Ocupación temporal sobre áreas marítimas en el Caribe central colombiano. Como parte de los permisos se permite adelantar todos los estudios y trámites necesarios para pasar a una concesión marítima¹.

Es así que, el Ministerio de Minas y Energía (MME) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), con base en el primer proceso competitivo de adjudicación de áreas marítimas para el desarrollo de proyectos eólicos costa afuera en Colombia, contrataron la presente consultoría a cargo de USAENE para evaluar alternativas económicas que incluyan la vinculación de mano de obra nacional, generación de empleos verdes, contratación de bienes y servicios locales, encadenamientos productivos y economía circular.

Dentro de este contexto el presente informe presenta un análisis del mercado laboral en la zona de influencia y de impactos en la dimensión socioeconómica que tendría el proyecto eólico costa afuera.

2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Analizar alternativas económicas que incluyan la vinculación de mano de obra nacional, generación de empleos verdes, contratación de bienes y servicios locales, encadenamientos productivos y economía circular.
- Realizar un análisis de impactos en la dimensión socioeconómico que permita identificar cambios en el corto, mediano y largo plazo en las actividades económicas y productivas de las comunidades costeras ubicadas en el Caribe central (departamentos de Magdalena, Atlántico, Bolívar y Sucre) donde se adelantará el primer proceso competitivo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizan un análisis internacional enfocado en determinar el impacto en mano de obra local para proyectos eólicos costa afuera, entendiendo este como un análisis de demanda de empleos verdes para este tipo específico de proyectos.

¹ [Gobierno del Cambio presentará ajustes a la Primera Ronda de Energía Eólica Costa Afuera - Agencia Nacional de Hidrocarburos \(anh.gov.co\)](https://www.anh.gov.co/gobierno-del-cambio-presentara-ajustes-a-la-primera-ronda-de-energia-eolica-costa-afuera)

- Determinar en corto (5 años) mediano (10 años) y largo plazo (20 años) los posibles empleos verdes que pueden generarse en torno al desarrollo de los parques eólicos costa afuera.
- Análisis de la oferta de mano de obra local a través de indicadores de empleo local.
- Análisis de los impactos del proyecto desde las dimensiones social, económica y ambiental de manera que se observe su efecto de manera integral.

3 ALCANCE Y METODOLOGÍA

En la primera parte del documento se busca dar una visión cuantificable de la demanda futura de mano de obra en el área de influencia del proyecto. Para ello, la cuantificación de este impacto se soporta en un análisis de experiencias internacionales específicamente en proyectos eólicos costa afuera, debido a que los requerimientos en mano de obra son muy específicos para esta tecnología.

La información recolectada se mide en trabajos equivalentes a tiempo completo² (FTE³), por sus siglas en inglés. Las FTE se establecieron para cada una de las fases de un proyecto eólico costa afuera, y no de manera general. Para el caso colombiano se prevé que algunas fases tendrán más efecto en el trabajo local que otras. Adicionalmente, y entendiendo que aún no existe una potencia instalada establecida, se construyó la FTE por unidad de potencia Megavatio (MW). Así se pueden realizar distintos análisis en los que el impacto en empleo dependerá de la potencia a instalar en cualquier proyecto eólico costa afuera.

La siguiente figura muestra las relaciones y encadenamientos del documento.

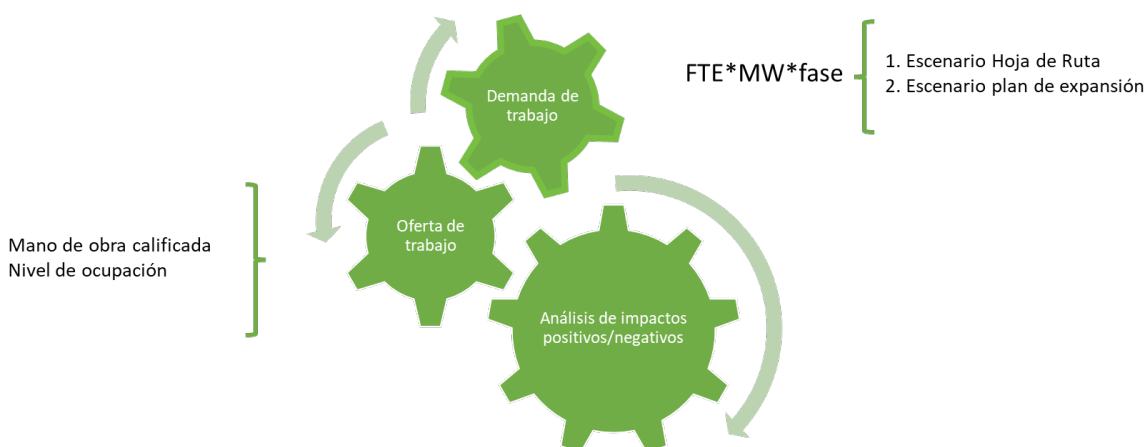


Figura 3-1 Relación contenida del documento

Fuente: Elaboración propia USAENE, 2024

Una vez establecidas las FTE/MW para cada fase para un proyecto eólico costa afuera, y para lograr cuantificar los efectos locales, se realizó el análisis de escenarios de expansión de esta tecnología en el área de influencia del proyecto.

² Un FTE es igual al número de horas que un empleado a tiempo completo trabaja para una organización o proyecto. El concepto se utiliza para contar las "horas trabajadas" en lugar del número de empleados para presupuestar, prever, dotar de personal y calcular los salarios. Por ejemplo, si una organización considera 40 horas a la semana como tiempo completo y hay cuatro empleados que trabajan 10 horas cada uno a la semana, las horas de esos cuatro empleados se suman para formar 1,0 FTE.

³ [What Is Full-Time Equivalent \(FTE\)? – Forbes Advisor](#)

La información disponible oficial sobre el desarrollo futuro de la energía eólica costa afuera se encuentra en las fuentes, que fueron las tenidas en cuenta para los análisis de impacto en empleo verde⁴:

- Hoja de Ruta para el Despliegue de la Energía Eólica Costa Afuera
- PEN (Plan Energético Nacional) 2022-2052
- Escenario del primer proceso competitivo

Para establecer la demanda de empleo verde se construyeron escenarios anuales a 20 años.

Con respecto a la oferta de empleos verdes, se analizaron dos elementos principales:

- Indicadores de la oferta laboral en cada uno de los municipios del área de influencia del proyecto tales como:
 - población en edad de trabajar
 - población económicamente activa
 - tasas globales de participación
 - tasas de empleo y desempleo
- Caracterización socioeconómica de los respectivos municipios.

El objetivo es determinar, a nivel de diagnóstico, las condiciones económicas del potencial empleo verde que tiene la zona de influencia con sus respectivas características.

Finalmente, la tercera componente de este entregable es la que permite tener una visión más amplia de los impactos del proyecto eólico. El objetivo de esta sección es explorar los impactos positivos y negativos de un proyecto eólico costa afuera en cuanto a la afectación del bienestar de la comunidad, que además recopila lo presentado en temas de trabajo y educación.

El énfasis del análisis se pone en medidas objetivas claves relacionados con las condiciones materiales de vida, como los ingresos personales y los empleos, y cuestiones relacionadas con la calidad de vida, como la salud y la educación.⁵ que han sido trabajadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), como organización internacional que trabaja para construir políticas públicas que tengan impacto positivo en el bienestar de las personas.

De la revisión documental internacional se encontró la aplicación del modelo de los cinco capitales⁶ que más adelante se explica con detalle y un enfoque de servicios ecosistémicos (World bank, 2005), que fue aplicada en un estudio realizado con el Reino Unido (Hattam

⁴ Con respecto al empleo, se definen empleos verdes como aquellos que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente. Dado que un parque eólico costa afuera puede ayudar a reducir el consumo de energías no renovables, los empleos asociados con el funcionamiento de este parque eólico pueden considerarse como empleos verdes.

⁵ [Measuring Well-being and Progress: Well-being Research - OECD](#)

⁶ [The Five Capitals - a framework for sustainability | Forum for the Future](#)

Caroline, 2015) y que se usó como referencia para este análisis aplicado al caso colombiano. Esta metodología es una herramienta valiosa para analizar de manera holística los efectos en bienestar de un proyecto con tecnologías muy específicas, que además presenta la bondad de ya haber sido implementado en un caso de análisis de interés como es Reino Unido.

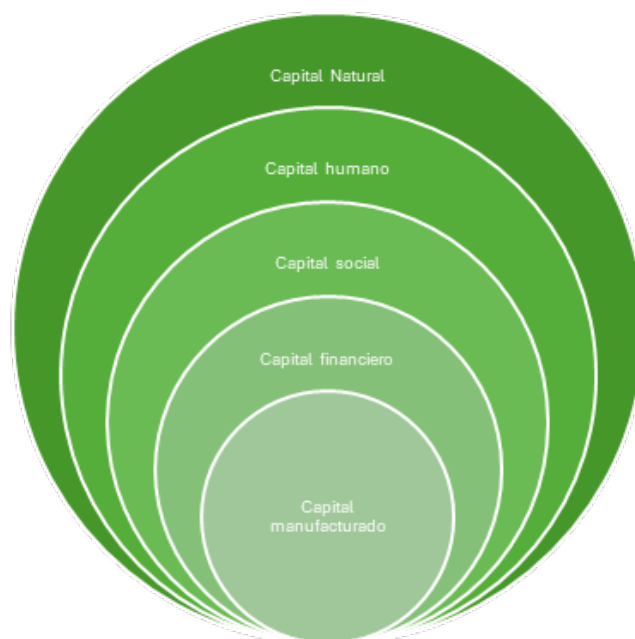


Figura 3-2 Modelo de los cinco capitales

Fuente: USAENE con base en Los cinco capitales – marco de referencia para la sostenibilidad (Forum for the future, 2020)

La aplicación de dicho modelo parte de reconocer el vínculo que existe entre el consumo de energía y el bienestar humano (Pasternak 2000). Sin embargo, ahora es importante también la fuente con que se atiende esta necesidad ya que existen preocupaciones sobre el cambio climático, y los países se han fijado objetivos para descarbonizar sus matrices. El desarrollo de la industria eólica marina es parte de este cambio y es necesario comprender cómo el sector de la energía eólica costa afuera influye en el bienestar humano.

A través de la Oficina de Estadísticas Nacionales (ONS) del Reino Unido, el Programa Nacional de Medición del Bienestar (Randall et al. 2014) se ha centrado en medir el bienestar a través de los dominios de la salud, relaciones, satisfacción laboral, seguridad económica, educación, condiciones ambientales y medidas de bienestar subjetivo. Cada uno de estos ámbitos del bienestar se ve afectado por cambios en las existencias de capital que incluyen:

- Capital manufacturado o de ingeniería: comprende bienes o activos que contribuyen al proceso de producción o la prestación de servicios, en lugar de ser parte del resultado por sí mismo. Incluye, por ejemplo, herramientas, maquinaria, edificios e infraestructura (Moran et al. 2013).

- Capital financiero: deriva de los ingresos generados a través de las ventas y está determinado por tasas de producción, precios de mercado y costos de producción (Moran et al. 2013).
- Capital social: se refiere a redes junto con normas, valores y entendimientos que facilitan la cooperación dentro o entre grupos (Cote y Healy 2001).
- Capital humano: constituye la salud, los conocimientos, las habilidades y capacidades de las personas y la fuerza laboral en las comunidades relacionadas (Schultz 1961).
- Capital natural (también llamado capital ambiental o ecológico): engloba el capital natural recursos, así como los procesos necesarios para sustentar la vida y producir bienes y servicios. (Foro para el Futuro 1990).

Usando este enfoque, se elaboró un análisis que resume en una matriz que relaciona el tipo de capital con los distintos niveles de bienestar y los impactos potenciales tanto negativos como positivos.

4 DEMANDA DE EMPLEO VERDE

Avanzar hacia una economía más verde está creando oportunidades para nuevas tecnologías, inversiones y empleos. Identificar y proporcionar las habilidades adecuadas para empleos nuevos y existentes puede facilitar las transiciones hacia economías más verdes y garantizar que las nuevas oportunidades beneficien a una porción más amplia de la sociedad.

En este contexto, la Comisión Europea (CE) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (ILO, 2011) reiteran la necesidad de llevar a cabo el ejercicio de anticipación de habilidades requeridas para la economía baja en carbono, que es relevante para las estrategias de recursos humanos a nivel nacional, sectorial y empresarial en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

Un análisis por sectores realizado por la OIT (ILO, 2011) encontró que el compromiso con la educación es particularmente importante porque el sector de las energías renovables ya está experimentando escasez no sólo en ocupaciones técnicas como instaladores solares, ingenieros y geotérmicos, sino también en ocupaciones más generales, como especialistas en ventas y finanzas, inspectores, auditores y abogados.

En esta línea, el Proyecto de Ley No. 197 de 2023 Cámara “Por la cual se promueve la generación de empleos verdes en el sector público y privado y se dictan otras disposiciones”, numera la necesidad de desarrollar:

- Metodología que permitan identificación de brechas de capital humano
- Estrategias para el cierre de estas brechas
- Incentivos por capacitación en empleos verdes

Adicionalmente, el empleo en energías renovables, definidos como empleos verdes⁷, no se localiza sólo en los sectores productores directos (empleos directos) que producen energía, es decir, no solo en la cadena de valor de las energías renovables que abarca: fabricación, distribución, instalación de equipos, desarrollo de proyectos, construcción e instalación, y luego operación y mantenimiento de instalaciones de energías renovables; sino también en una gama de actividades transversales que contribuyen a más de una de las otras etapas de la cadena de valor que determinamos como empleos indirectos.

El análisis que se plantea en este capítulo parte de la definición de fases y empleos directos requeridos para cada fase de un proyecto eólico costa afuera - ECA, pasando por la construcción de una medida cuantificable de requerimientos de estos empleos expresado en cantidad de Empleos Equivalentes de Tiempo Completo (FTE por sus siglas en inglés) por cada Megavatio instalado. Luego se presentan unos escenarios posibles de ejecución de ECAs en el área del proyecto de manera que se logren establecer las necesidades de cantidad

⁷ Empleo verde: empleos decentes que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente ya sea en los sectores tradicionales como la manufactura o la construcción o en nuevos sectores emergentes como las energías renovables y la eficiencia energética [¿Qué es un empleo verde? | International Labour Organization \(ilo.org\)](https://www.ilo.org/publications/que-es-un-empleo-verde/)

de FTE requeridos en un escenario temporal, lo que se define como la demanda de empleo verde. Esta demanda se contrasta con la oferta local de mano de obra definida a partir de análisis de población activa y otros indicadores socioeconómicos, para establecer ese balance demanda/oferta que define la estrategia propuesta.

4.1 EMPLEO DIRECTO, INDIRECTO E INDUCIDO








Definiciones preliminares:

- Empleos directos: puestos de trabajo creados para desarrollar un proyecto en su mercado primario, en este caso los relativos a la inversión, operación y mantenimiento del proyecto eólico costa afuera en todas sus fases, que se presentan adelante.
- Empleos indirectos: entendidos como industrias que forman parte de la cadena de suministro de eólicos costa afuera (complementarias en general) como bienes manufacturados genéricos (es decir, herramientas), pero también, por ejemplo, suministros de oficina y negocios, así como servicios (es decir, contabilidad y otros servicios comerciales) (Cambridge Económicos, 2017), se tiene la siguiente clasificación de acuerdo con la *UK Standard Industrial Classification of Economic Activities 2007*:
 - Extracción y Servicios públicos
 - Agricultura, Silvicultura y Pesca
 - Minería, canteras y servicios públicos
 - Construcción
 - Fabricación
 - Servicios profesionales y empresariales
 - Información y comunicación
 - Finanzas y Seguros
 - Bienes raíces
 - Profesional, Científico y Técnico
 - Administración de Empresas y Servicios de Soporte
 - Otros servicios
 - Comercios de automóviles
 - Venta al por mayor
 - Comercio minorista
 - Transporte y almacenamiento (incluido correo postal)
 - Servicios de alojamiento y alimentación
 - Educación
 - Salud
 - Administración Pública

- Empleos inducidos: Los empleos inducidos son aquellos puestos de trabajo creados cuando los empleados directos e indirectos gastan sus ingresos en bienes y servicios de consumo en la economía local.

Así mismo, a continuación, la Tabla 4-1 retoma la definición de las fases y tiempos de duración de cada una tal como se establecieron en el entregable 2, incluyendo la homologación de las fases en paralelo del proceso competitivo, y que resulta de vital importancia para la metodología que se describe más adelante:

Tabla 4-1 Fases proyecto eólico costa afuera y duración⁸

Permiso de ocupación temporal - 8 años					Concesión Marina - 30 años* <i>*Prorrogable por 15 años</i>				
FASE DE DESARROLLO		FASE PRE-CONSTRUCTIVA		FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				FASE DE DESMANTELAMIENTO	
									
	Planeación	Diseño e ingeniería	Manufactura	Transporte	Instalación	Conexión a la red	O&M	Desmantelamiento	
Tareas	Estudios previos ambientales y caracterización Consulta previa	Diseño Fondeo de recursos Contratación mano de obra Compra de equipos	Manufactura Embalaje	Adecuación de puertos y carreteras Movilización y transporte de materiales, maquinaria, insumos, equipos y personal	Adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales Remoción cobertura del lecho marino Pilotaje de los puntos de anclaje Construcción de plataformas Instalación de aerogeneradores Tendido cable submarino Riega y tendido de conductores líneas de conexión	Construcción de la S/E terrestre Cableado	Pruebas de funcionamiento Generación de energía Mantenimientos	Desmontaje de estructuras Limpieza del área Desmantelamiento de aerogeneradores y torres Reconformación del terreno	
Tiempo duración	2 año	1 año	3 años	3 años	3 años	2.5 años	25 años	2 años	

Fuente: U.S. offshore Wind Workforce Assessment, NREL (NREL, 2022), (QBIS, 2024)

Teniendo claras las definiciones y las fases, la siguiente tabla presenta la metodología para establecer la demanda de empleo directo, indirecto e inducido en el área costera del primer proceso competitivo:

⁸ Estas fases son de referencia a nivel general junto con los tiempos que allí se establecen

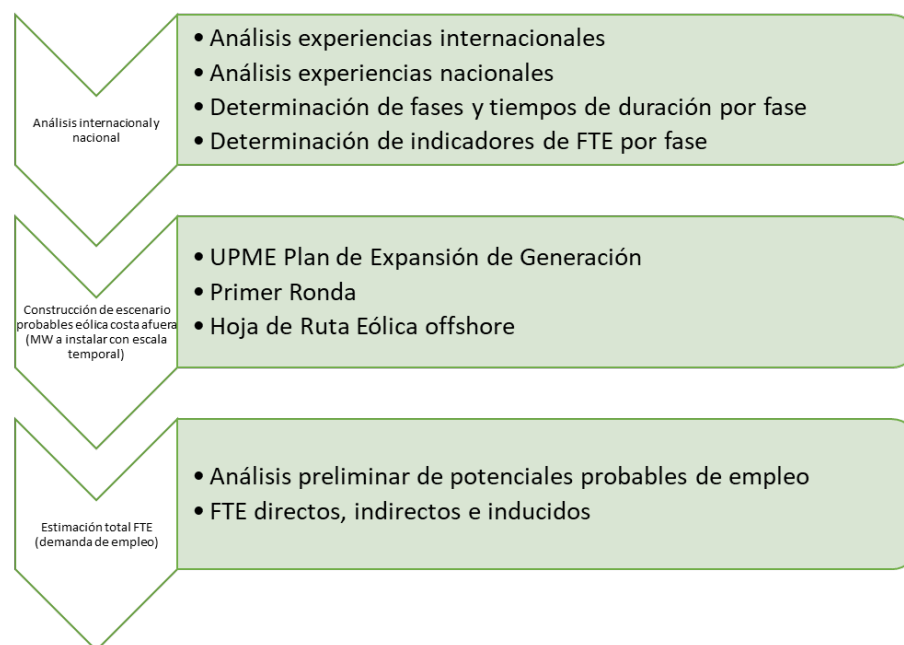


Figura 4-1 Metodología estimación demanda de empleo directo

Fuente: USAENE, 2024

La metodología nace de una revisión de experiencias internacionales y nacionales que permitieron no solo establecer las fases y su duración, sino también los FTE/MW como una unidad de medida que permite la cuantificación de la demanda de trabajos directos, indirectos e inducidos. Estos indicadores de FTE/MW para empleos directos, indirecto e inducidos se mantendrán a lo largo de los análisis temporales de los escenarios a pesar de que a nivel internacional se ha observado que existe una tendencia a la baja de los requerimientos de FTE por MW, así por ejemplo en Europa para 2010 se tenía 19 FTE/MW mientras que para 2019 se requerían 10 FTE/MW y actualmente se tienen valores de hasta 3,2 FTE/MW (QBIS, 2024).

El supuesto del presente trabajo parte de mantener los FTE/MW estimados de 2023 y 2024 para el análisis internacional, además de que no se esperan saltos en términos de FTE/MW porque los países observados son maduros en tecnología eólica costa afuera.

Una vez establecido el indicador, se requiere establecer los MW o potencias a instalar en el área de este proyecto (Figura 4-2), definida a partir del área establecida por la DIMAR para el primer proceso competitivo y los municipios costeros del área.

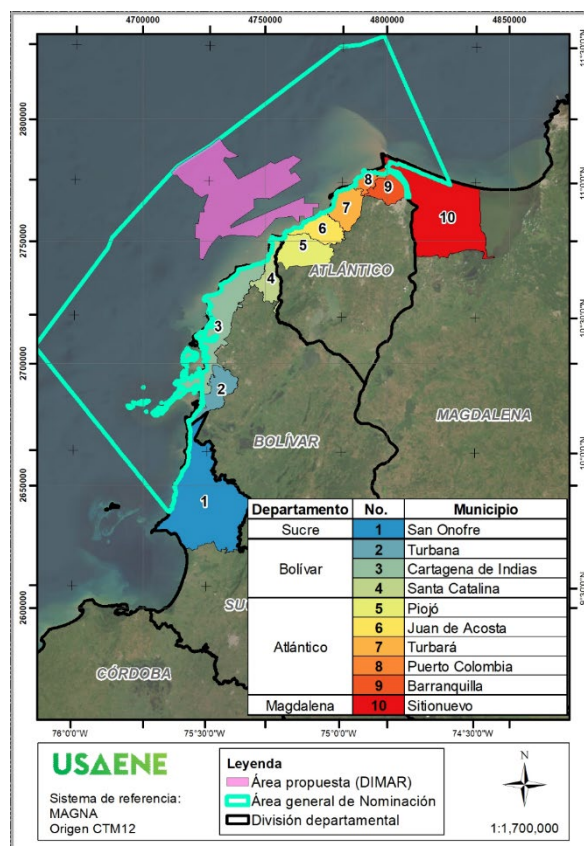


Figura 4-2 Área de influencia del proyecto⁹

Fuente: USAENE, 2024.

Para establecer esa cantidad de potencia o capacidad a instalar, se proponen tres escenarios probables, que permiten construir un espectro de demanda de empleo directo, indirecto e inducido, que reduce la incertidumbre que tendría un solo escenario de expansión de capacidad. Una vez definida la FTE por fase se hace un análisis a criterio de los expertos acerca de la validez y aplicabilidad de los resultados para la final obtener la demanda de empleos verdes directos, indirectos e inducidos.

4.2 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

De acuerdo con el Reporte de Plantas Eólicas Costa Afuera de 2024 de la ERM.¹⁰ (ERM, 2024), la capacidad total de los proyectos eólicos marinos operativos era de aproximadamente 68 GW para finales de 2023, capacidad que aumentó de acuerdo con las cifras de 2022 debido a la entrada del proyecto DemoSath X-30 de 4 MW en España y el proyecto Hywind Tampen de 88 MW en Noruega que consta de 11 turbinas y ahora es el parque flotante más grande a nivel mundial.

⁹ Los colores no tienen ninguna interpretación más allá de facilitar la visualización

¹⁰ ERM (Environmental Resources Management) es una firma consultora multinacional enfocada en sostenibilidad.

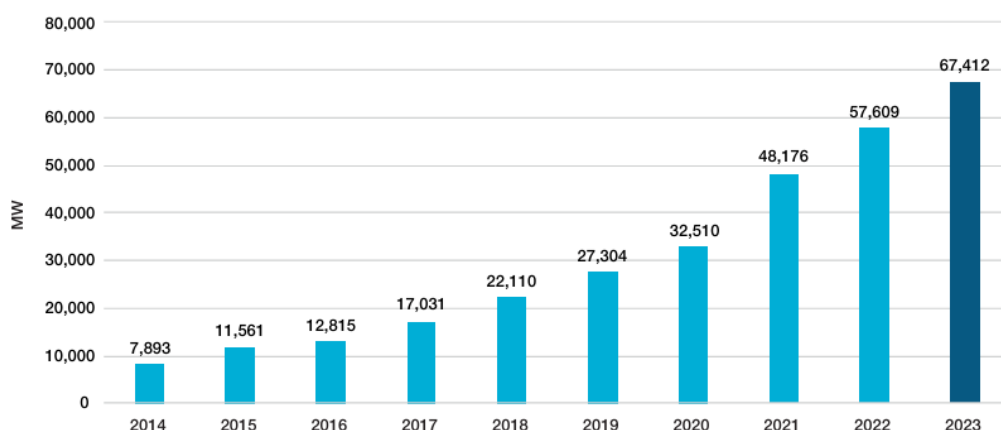


Figura 4-3 Capacidad instalada y operativa en proyectos ECA a 2023

Fuente: Global Offshore Wind Report – April 2024 (WFO, 2024)

La Figura 4-4 muestra la capacidad instalada por país dentro de esa capacidad eólica costa afuera total para 2023:

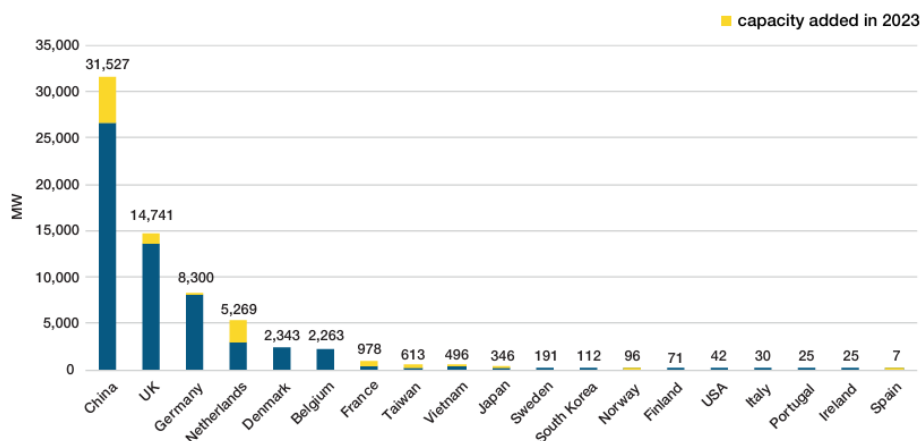


Figura 4-4 Capacidad instalada por país y operativa en proyectos ECA a 2023

Fuente: Global Offshore Wind Report – April 2024 (WFO, 2024)

Como se observa países como China, Reino Unido y Alemania tiene una participación muy importante dentro de la capacidad mundial instalada. Como referentes internacionales para los análisis siguientes se toman los casos de Reino Unido y Dinamarca. El primero de ellos por su importante participación en el mercado internacional y con un mercado laboral similar al de Colombia entendiendo que el objetivo de este análisis es estimar la FTE/MW. Y el segundo país es Dinamarca debido a que cuenta con una cantidad importante de información y estudios detallados que son considerados relevantes para este análisis.

Adicionalmente se ha incluido el análisis y resultados de FTE/MW que ha estimado NREL – National Renewable Energy Laboratory de Estados Unidos, ya que ese país, bajo la

administración actual¹¹ tiene por objeto la instalación de 30 GW para 2030, lo que representa una importante oportunidad para crear empleos, hacer crecer una cadena de suministro, revitalizar costas marítimas y ayudar a descarbonizar la red eléctrica de EE. UU. (NREL, 2022).

Por otro lado, con respecto a países con importantes perspectivas la Tabla 4-2 muestra la capacidad instalada y proyecciones de expansión:

Tabla 4-2 Países con proyecciones expansiones importantes propuestas

PAÍS	CAPACIDAD INSTALADA COSTA AFUERA 2023/2024	CAPACIDAD POR INSTALAR/AÑO
Taiwán	2.43 GW. ¹²	15 GW (2026-2035) ¹³
Vietnam	613 MW (WFO, 2024)	11 GW (2035) (World Bank, 2020) 35 GW (2050) (World Bank, 2020)
Corea del Sur	112 MW (WFO, 2024)	14.3 GW (2030). ¹⁴

Fuente: Recopilación USAENE

4.2.1 ANÁLISIS EXPERIENCIA REINO UNIDO – FTE/MW

El sector eólico costa afuera del Reino Unido estableció un objetivo realista pero ambicioso de 30 GW para 2030, incluidos 5 GW de parques eólicos flotantes. Las habilidades técnicas que soportan esa meta de los profesionales, la industria, el gobierno y los reguladores no se deben subestimar (Offshore Wind UK, 2023). En ese sentido el Grupo de Empleos Verdes¹⁵ del gobierno viene liderando esfuerzos interinstitucionales para apoyar el empleo y el desarrollo de habilidades técnicas locales que satisfagan la demanda que se espera de empleos verdes, que se muestra a continuación:

¹¹ Biden 2020 - 2024

¹² [Taiwan's offshore wind capacity exceeds 2 GW | Asian Power \(asian-power.com\)](https://asian-power.com/taiwan-offshore-wind-capacity-exceeds-2-gw/)

¹³ [Taiwan lifts 2026-2035 offshore wind goal to 15 GW \(renewablesnow.com\)](https://renewablesnow.com/taiwan-lifts-2026-2035-offshore-wind-goal-to-15-gw/)

¹⁴ [Global Wind Energy Council - Offshore wind to contribute positively to South Korea's coastal cities economy with 87 trillion won in investments and 770,000 jobs: GWEC Report \(electricenergyonline.com\)](https://electricenergyonline.com/gwec-report-offshore-wind-to-contribute-positively-to-south-korea-s-coastal-cities-economy-with-87-trillion-won-in-investments-and-770-000-jobs/)

¹⁵ El propósito del Grupo de Empleos Verdes es actuar como foro central para la acción continua sobre empleos y habilidades verdes, trabajando en colaboración con el gobierno, la industria, el sector de habilidades y educación, el gobierno local, los sindicatos y otras partes interesadas clave. [Green Jobs Delivery Group - GOV.UK \(www.gov.uk\)](https://www.gov.uk/green-jobs-delivery-group/)

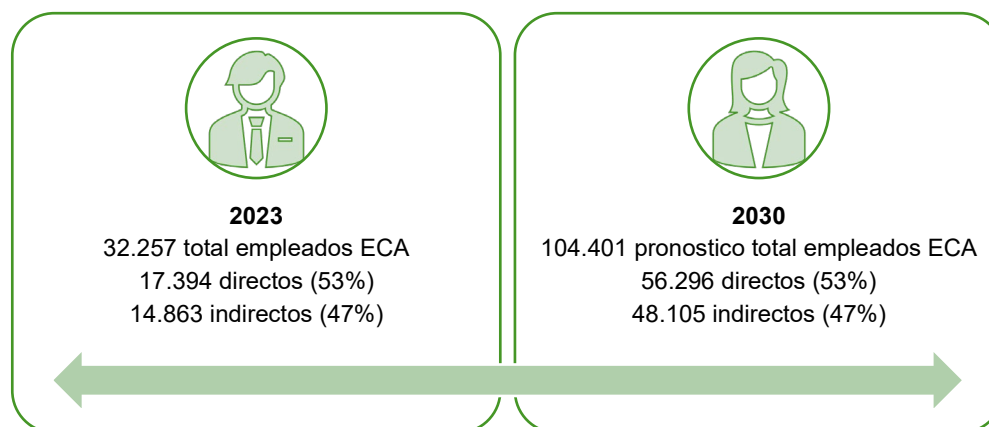


Figura 4-5 Expectativas trabajos directos e indirectos ECA 2023 -2030 para
Fuente: USAENE a partir de (Offshore Wind UK, 2023)

De acuerdo con la distribución de trabajos por roles presentada en el Offshore Wind Report de Reino Unido que nace a partir de encuestas a los diferentes proyectos, y con análisis y cálculos propios de la consultoría se lograron establecer los siguientes valores de FTE directos a 2023 presentados en la Tabla 4-3 para cada una de las fases que conforman un proyecto eólico, y que ya fueron presentadas en el producto 2 de esta consultoría, así:

Tabla 4-3 FTE/MW directos Reunión Unido

FASE	ACTIVIDAD	FTE/MW
Desarrollo	Planeación	0.1
Pre-constructiva	Diseño e Ingeniería	0.21
	Manufactura	0.06
O&M	Transporte	0.02
	Instalación	0.3
	Red	0.02
	O&M	0.26
Desmantelamiento	Desmantelamiento	0.03

Fuente: Cálculos USAENE base en (Offshore Wind UK, 2023)

Es de mencionar que la participación por género actualmente es de 20.6% mujeres y 79.4% hombres, y se espera que para 2030 el porcentaje de mujeres en trabajos directos de este segmento específico de la industria energética aumente a 33% disminuyendo así la participación de hombres al 67% (Offshore Wind UK, 2023).

Teniendo entonces la cantidad de empleos indirectos a 2023 y la distribución tomada de (Cambridge Económicos, 2017), se estima por esta consultoría la Tabla 4-4 presenta los siguientes FTE indirectos para Reino Unido:

Tabla 4-4 FTE/MW indirectos Reino Unido

GRUPO	FTE/MW
Extracción y servicios públicos	0.01
Manufactura	0.59
Construcción	0.10
Servicios profesionales y empresariales	0.72
Otros servicios	0.34

Fuente: Cálculos USAENE base en (Cambridge Económicos, 2017)

Una vez analizados los empleos directos e indirectos a través del indicador de FTE/MW, se presenta ahora el impacto en empleo inducido. De acuerdo con Cambridge Económicos, 2017, el total de empleos inducidos para 2023 en Reino Unido fue de 13.000 con una potencia instalada a esa fecha de 8.300 MW, es decir que se generan 1,56 FTE/MW.

Los FTE/MW totales en el Reino Unido para 2023 son del orden de 5.45, es decir, que por cada MW instalado en un proyecto eólico costa afuera el Reino Unido está necesitando contratar 5.45 empleados de tiempo completo, y en este caso se considera eficiente y propio de una industria eólica madura.

4.2.2 ANÁLISIS EXPERIENCIA DINAMARCA – FTE

Dinamarca fue el primer país en invertir en energía eólica costa afuera y a través de una estrategia basada en compromiso constante del gobierno e inversiones, combinados con empresas danesas cualificadas, la industria tiene hoy una cuota de mercado del 40% del mercado europeo y el más completo en cuanto a cadena de suministro en el mundo, lo que convierte a Dinamarca en un ejemplo único para la energía eólica marina mundial. Esto significa que las empresas danesas de energía eólica costa afuera beneficiarán a la económica enormemente con los 3,5 millones de FTE potenciales para 2035 (QBIS, 2024).

De acuerdo con el estudio realizado por el gobierno de Dinamarca y el grupo investigador de la universidad De Copenhague - QBIS (QBIS, 2024), enfocado en determinar, mediante encuestas a los principales parques eólicos de ese país, el impacto socioeconómico real que estos proyectos tuvieron en cada una de las localidades costeras pertenecientes directamente a área del proyecto, la Tabla 4-5 presenta los FTE/MW para Dinamarca:

Tabla 4-5 FTE/MW directos, indirectos e inducidos Dinamarca

FASE	ACTIVIDAD	DIRECTOS	INDIRECTOS	INDUCIDOS
Desarrollo	Planeación	0.17	0.09	0.12
Pre-constructiva	Diseño e Ingeniería	1.24	1.28	1.2
	Manufactura	0.87	0.87	0.47
O&M	Transporte (Puerto)	0.06	0.1	0.09

	Instalación y conexión a la red	0.16	0.21	0.59
	O&M	0.56	0.71	0.17
Desmantelamiento	Desmantelamiento	0.16	0.2	0.01

Fuente: (QBIS, 2024)

Una lección del desarrollo de la industria eólica costa afuera danesa está en las etapas de instalación eólica marina, ya que implica una gran cantidad de mano de obra y varias oportunidades localizadas, incluso en desarrollar la infraestructura portuaria necesaria. Esto es fundamental desde una perspectiva socioeconómica ya que los parques eólicos a menudo están ubicados dentro de comunidades costeras alejadas de las principales ciudades del país. Es decir, lejos de los centros económicos. Si bien los puertos suelen emplear a pocas personas directamente, son una parte importante de la economía municipal, generando actividad económica sustancial y empleos locales en el interior de la comunidad.

De acuerdo con lo anterior, y por considerarlo relevante para este estudio, la Tabla 4-6 presenta los resultados del análisis específico en términos de FTE/MW de los puertos (QBIS, 2024):

Tabla 4-6 FTE/MW directos, indirectos e inducidos Dinamarca - Puertos

FASE	ACTIVIDAD	DIRECTOS	INDIRECTOS	INDUCIDOS
O&M	Instalación y conexión a la red	0.42	0.53	0.46
	O&M	0.03	0.05	0.04
Desmantelamiento	Desmantelamiento	0.32	0.45	0.38

Fuente: (QBIS, 2024)

4.2.3 ANÁLISIS EXPERIENCIA ESTADOS UNIDOS – FTE/MW

Como se mencionó antes, EE. UU. está ante una expansión de la energía eólica costa afuera, para lo cual se tiene estimado que a 2030 habrán instalado 30 GW adicionales. El informe de NREL (NREL, 2022) proporciona estimaciones de las necesidades de mano de obra actuales y futuras de la industria para cada una de las fases del proyecto. A continuación, la Tabla 4-7 se muestra los empleos directos resultados:

Tabla 4-7 FTE/MW empleos directos

FASE	ACTIVIDAD	DIRECTOS
Desarrollo	Planeación	0.14
Pre-constructiva	Diseño e Ingeniería	ND
	Manufactura	1.80
O&M	Transporte (Puerto)	0.07
	Instalación y conexión a la red	0.09

	O&M	0.08
Desmantelamiento	Desmantelamiento	

Fuente: (NREL, 2022)

En lo que se identifica es que puede que muchas de las habilidades de los profesionales de petróleo y gas sean transferibles al sector de energía eólica, lo que ayudaría a mitigar el impacto en la reducción de trabajos en estos sectores por las políticas de disminución de emisiones de CO₂.

4.2.4 ANÁLISIS EXPERIENCIA COREA DEL SUR – FTE/MW

Corea disponía en 2023 de seis parques eólicos costa afuera con una capacidad de 158 MW. El país espera desarrollar entre 2022 a 2035 un total de 14.3 GW de plantas eólicas costa afuera¹⁶. Se encontró que para las plantas eólicas costa afuera se requerirán 394,000 FTE. Para 14,3 GW, se tiene un valor específico de 53,8 FTE /MW durante las fases de desarrollo y construcción.

Es de resaltar que en este ambicioso plan de expansión hay una elevada participación de la industria coreana que incluye la manufactura de muchos de los equipos requeridos por estos parques. Para la Operación y Mantenimiento, solo para el año 2030, se esperan 17,606 FTE, lo que arroja 1,23 FTE/MW, en el 2030. Este estudio indica también la importancia del desarrollo portuario para el proyecto, que por temas ambientales podría ser un obstáculo importante por sortear ya que las estrictas regulaciones ambientales pueden limitar la expansión y operación de los puertos para proteger los ecosistemas marinos¹⁷. La Tabla 4-8 presenta los empleos directos de Corea del Sur.

Tabla 4-8 FTE/MW empleos directos Corea del Sur

FASE	ACTIVIDAD	DIRECTOS
Desarrollo	Planeación	53.8
Constructiva	Diseño e Ingeniería	
	Manufactura	
O&M	Total	1.23
Desmantelamiento	Desmantelamiento	ND

Fuente: (World Bank, 2021)

¹⁶ How offshore wind development can support coastal regeneration – South Korea. Global Wind Energy Council (2024) Bruselas, Bélgica. Descargado el 22/05/2024 de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgicfindmkaj/https://gwec.net/wp-content/uploads/2024/05/20240517-EN-SK-OFW-Coastal-Regeneration-C.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcgicfindmkaj/https://gwec.net/wp-content/uploads/2024/05/20240517-EN-SK-OFW-Coastal-Regeneration-C.pdf).

¹⁷ [El puerto de Busan: moviendo la economía mundial | El Canal Marítimo y Logístico \(diarioelcanal.com\)](https://diarioelcanal.com/)

4.2.5 ANÁLISIS EXPERIENCIA TAIWÁN – FTE/MW

Taiwán disponía de 2,25 GW en plantas eólicas costa afuera en 2023 y espera incrementar su capacidad en 5,7 GW para 2025.¹⁸ y aumentar sus adiciones de energía eólica marina en el período 2026-2035 a 15 GW, incluidos 9 GW en tres fases hasta 2031.

En cuanto a los empleos creados para el desarrollo de los parques y las futuras ampliaciones, no hay información disponible. Esta falta de información pública puede deberse a la forma en que Taiwán ha desarrollado y planea seguir desarrollando su capacidad instalada y es a través de subastas a privados internacionales que deben comprar los pliegos de estas, por lo tanto, esta información se mantiene privada.

4.2.6 ANÁLISIS EXPERIENCIA VIETNAM – FTE/MW

Actualmente Vietnam tiene 613 MW instalados en plantas eólicas costa afuera. De acuerdo con la Hoja de Ruta de Vietnam para proyectos eólicos costa afuera desarrollados en 2022 por el Banco Mundial (World Bank, 2021) estableció que para el escenario base de 11 GW para 2035 se estima 17.3 FTE/MW.

Ahora bien, la estimación de FTE/MW por fase se realiza usando como referencia la planta ya instalada de 500 MW en 2023 que establece 15.8 FTE/MW, la Tabla 4-9 muestra estos empleos:

Tabla 4-9 FTE/MW empleos directos Vietnam

FASE	ACTIVIDAD	FTE/MW
Desarrollo	Planeación	0.2
Pre-constructiva	Diseño e Ingeniería	0.6
O&M	Manufactura	4.3
	Instalación	2.3
	Red	ND
	O&M	8.2
Desmantelamiento	Desmantelamiento	0.2

Fuente: (World Bank, 2021)

4.2.7 CONCLUSIONES ANÁLISIS INTERNACIONAL

Una vez realizado el análisis internacional de demanda de empleos verdes directos, indirectos e inducidos en términos de FTE/MW, y en aras de establecer un único valor para cada fase de manera que pueda ser usado para las estimaciones posteriores, se estableció un promedio

¹⁸ Global Offshore wind: Taiwan. Norton Rose Fulbright (2023). Visitado 23/05/2024 en <https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/e50b5c34/global-offshore-wind-taiwan>

simple para la mayoría de las estimaciones no sin antes eliminar los valores extremos de los datos recolectados, la Tabla 4-10 muestra estos valores:

Tabla 4-10 Resumen FTE/MW por fase proyecto eólico costa afuera

FASE	ACTIVIDAD	DIRECTOS	INDIRECTOS	INDUCIDOS
Desarrollo	Planeación	0.15	0.09	0.12
Pre-constructiva	Diseño e Ingeniería	0.25	1.28	1.20
	Manufactura	1.58	0.87	0.47
O&M	Transporte (Puerto)	0.06	0.10	0.09
Desmantelamiento	Instalación y conexión a la red	0.71	0.37	0.53
	O&M	0.07	0.38	0.11
	Desmantelamiento	2.16	0.33	0.20
TOTAL	FTE/MW	4.98	3.42	2.71

Fuente: USAENE, 2024 (Basado en recopilación internacional)

El tipo de empleo directo representa la mayor cantidad de empleos requeridos por MW instalado, seguido de los indirectos y se observa menos impacto de este tipo de proyecto en los empleos inducidos.

Analizando los resultados por fase y actividad se concluye que la actividad de manufactura es la que requiere más FTE/MW en caso de los empleos indirectos. Sin embargo, la dinámica es diferente para el caso de los empleos indirectos e inducidos que son más exigentes en cantidad de FTE/MW para la actividad de diseño e ingeniería.

Según la metodología planteada, cuando se tienen los FTE para cada trabajo y por fases del proyecto, se recopila información nacional que permita construir al menos tres escenarios de expansión de la capacidad eólica costa afuera a 2050. Ejercicio que se muestra en el siguiente apartado.

4.3 CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS PROBABLES EÓLICA COSTA AFUERA (MW A INSTALAR CON ESCALA TEMPORAL)

La información disponible oficial sobre el desarrollo futuro de la energía eólica costa afuera se encuentra en las fuentes:

- Hoja de Ruta para el Despliegue de la Energía Eólica Costa Afuera
- PEN (Plan Energético Nacional) 2022-2052
- Escenario de la primera ronda de asignación

4.3.1 HOJA DE RUTA PARA EL DESPLIEGUE DE LA ENERGÍA EÓLICA COSTA AFUERA

El potencial de las plantas eólicas costa afuera en Colombia ha sido estimado en la Hoja de Ruta para el Despliegue de la Energía Eólica Costa Afuera en Colombia (The Renewables Consulting Group & ERM, 2022).¹⁹ Esta Hoja de Ruta plantea dos escenarios de despliegue, los cuales se presentan a continuación.

4.3.1.1 ESCENARIO BAJO

El escenario bajo contempla un desarrollo de la energía eólica costa afuera sin intervención del gobierno y sin incentivos. En este escenario, la contribución de la energía eólica costa afuera no sería significativa para la participación de las energías renovables al trilema energético²⁰. En este escenario se prevén 200 MW para 2029, 500 MW para 2040 y un acumulado de 1,5 GW para 2050.

4.3.1.2 ESCENARIO ALTO

El escenario alto supone el desarrollo comercial de la energía eólica costa afuera con proyectos en la escala de 1 GW. Este escenario prevé 1 GW para 2030, 5 GW para 2042 y para 2050, un acumulado de 9 GW.

Este escenario considera la activa participación del gobierno a través del desarrollo de la regulación y mecanismos que lo incentiven. Además, requiere de mejoras y desarrollo de proyectos en el sistema de transmisión.

A continuación, la Figura 4-6 presenta los dos escenarios mencionados:

¹⁹ En adelante, Hoja de Ruta

²⁰ El trilema energético colombiano considera fundamental para el país la seguridad energética, la sostenibilidad y la equidad (The Renewables Consulting Group & ERM, 2022).

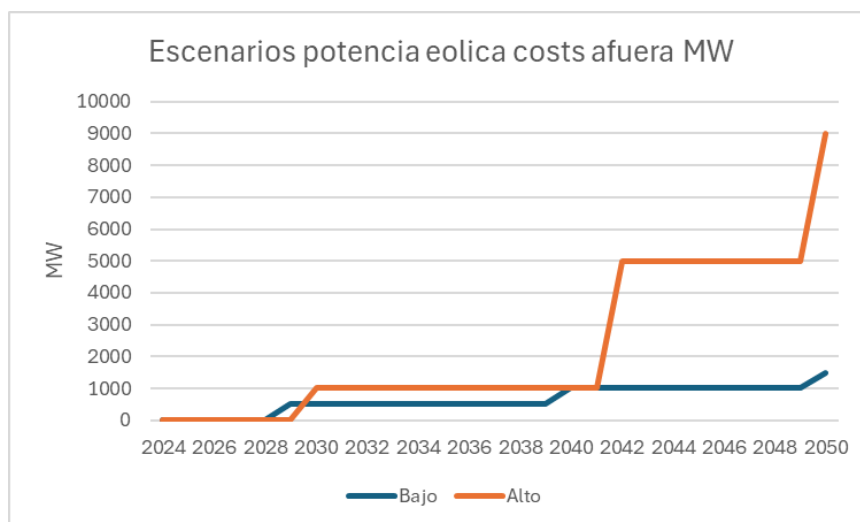


Figura 4-6 Escenarios eólico costa afuera – Hoja de Ruta
Fuente: (The Renewables Consulting Group & ERM, 2022)

4.4 PEN – PLAN ENERGÉTICO NACIONAL

El Plan Energético Nacional (PEN) 2022-2052 considera cinco escenarios energéticos prospectivos (UPME - Unidad de Planeación Minero-Energética, 2024):

- Actualización
- Modernización
- Inflexión
- Innovación
- Transición energética: inferior y superior

La energía eólica costa afuera se considera en todos los escenarios. Por otra parte, el desarrollo de la generación eólica costa afuera está alineado con la Hoja de Ruta. Los dos escenarios propuestos en la hoja de ruta se integran con los escenarios del PEN, de acuerdo con el nivel de despliegue tecnológico. El escenario de despliegue bajo de la Hoja de Ruta forma parte de los supuestos de los escenarios de Actualización y Modernización, mientras que el escenario de alto despliegue se incluyó en los escenarios de Inflexión e Innovación.

En los escenarios de Actualización y Modernización, para el desarrollo de la energía eólica costa afuera se considera el escenario “bajo” de la Hoja de Ruta, esto es, al año 2050, 1.5 GW (UPME, 2024).

En el escenario de Inflexión, se prevé una penetración de la energía eólica costa afuera según el escenario alto de la Hoja de Ruta, esto es, 9 GW al 2050 (UPME, 2024).

En el escenario de Transición Energética, se prevé una penetración de la energía eólica costa afuera, en el límite superior 10 GW (ligeramente superior al escenario alto de la Hoja de Ruta) mientras que, en el límite inferior, se alcanzan 18 GW al 2050 (UPME, 2024).

Es de destacar que la capacidad total de las FNCER, incluidas la generación solar, eólica costa afuera y costa adentro, geotérmica, nuclear y distribuida, alcanza una proporción en la generación de 71%, comparable a la contribución de la generación hidroeléctrica de 2022 que fue de 67.1%. Esto es ciertamente un cambio muy importante en la canasta energética de la electricidad en Colombia.

En el escenario de Inflexión e Innovación, la capacidad total de generación del país instalada es de 72.3 GW al 2050, el triple de la instalada en 2022. Se plantea allí una mayor penetración de energía eólica costa afuera alcanzando 29,6 GW al 2050 (UPME, 2024).

4.5 PERSPECTIVAS PRIMERA RONDA DE ASIGNACIÓN

De acuerdo con información compartida por parte del Ministerio de Minas y Energía y la percepción que se tiene de esta primera ronda de asignación se espera llegar a tener una adjudicación de entre 1 a 3 áreas, esperando cubrir aproximadamente de 1 a 3 GW. En un escenario conservador se esperaría lograr 1.5 GW con 3 proyectos cada uno de 500 MW para 2035.

4.6 ESCENARIOS DE DESARROLLO DE PROYECTO COSTA AFUERA

La Tabla 4-11 muestra las capacidades desarrolladas según los escenarios bajo y alto de la Hoja de Ruta y las perspectivas de la primera ronda de asignación se tiene:

Tabla 4-11 Desarrollo de capacidad eólica costa afuera

AÑO	HOJA RUTA-ESC BAJO (MW))	HOJA RUTA-ESC ALTO (MW)	PERSPECTIVAS PRIMERA RONDA
2025			
2026			
2027			
2028			
2029	200	500	
2030		500	
2031			
2032			
2033			
2034		500	
2035	300		1500
2036		1000	
2037			

2038		500	
2039			
2040		500	
2041		500	
2042	500	1000	
2043			
2044		500	
2045		500	
2046	500	1000	
2047		500	
2048			
2049		500	
2050		1000	
TOTAL	1500	9000	1500

Fuentes: (The Renewables Consulting Group & ERM, 2022) y (UPME 2024)

Como puede observarse, la Hoja de Ruta prevé en ambos escenarios un desarrollo anual de parques costa afuera con capacidad máxima de 1 GW, mientras que, según el registro de proyectos de la UPME, se espera la entrada en operación a de 6 parques con un total de 4635 MW en 2032.

La Tabla 4-12 muestra la capacidad total en el año 2052 de parques eólicos costa afuera desarrollada durante los próximos 30 años, hasta el 2052, de acuerdo con el PEN.

Tabla 4-12 Escenarios de desarrollo de la energía eólica costa afuera al 2052 - PEN

ESCENARIOS PEN 2022-2052	GW	ESCENARIO
Actualización y modernización	1.5	Escenario "bajo" de Hoja de Ruta
Inflexión	9.0	Escenario "alto" de Hoja de Ruta
Transición energética	10.0	Escenario Transición Energética-Límite superior
Transición energética	18.0	Escenario Transición Energética-Límite inferior
Inflexión e Innovación	29.6	Escenario Inflexión y Transición

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024).

En los dos primeros escenarios, el PEN adopta los escenarios alto y bajo de la Hoja de Ruta. Los dos últimos escenarios, Transición Energética (límite inferior) e Inflexión e Innovación, significan duplicar y triplicar el escenario alto de la Hoja de Ruta. El escenario alto de la Hoja de Ruta significa ya una activa participación del gobierno a través del desarrollo de la regulación y mecanismos que incentiven su desarrollo. Además, requiere de mejoras y desarrollo de proyectos en el sistema de transmisión.

4.7 CONCLUSIÓN

Una vez revisados los escenarios y entendiendo que el escenario bajo de la Hoja de Ruta conversa con los escenarios de Actualización y Modernización del PEN, así como el escenario alto de la hoja de ruta coincide con el escenario de inflexión del PEN, se propone entonces los siguientes escenarios de análisis:

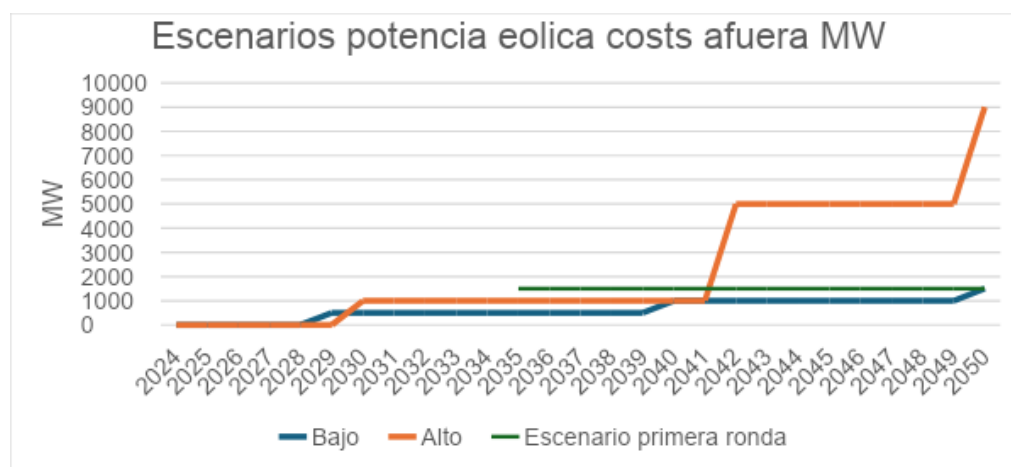


Figura 4-7 Escenarios expansión energía eólica costa afuera a 2050

Fuente: Elaboración propia a partir información Hoja de Ruta y UPME

4.8 SUPUESTOS Y ESCENARIOS DE DEMANDA DE EMPLEO

Tras determinar los escenarios de análisis y los valores de FTE/MW anuales para cada etapa del proyecto y duración, se obtienen los escenarios de demanda empleo verde directo, indirecto e inducido, que se presentan a continuación para cada escenario: Alto, Bajo y Primer Ronda.

4.8.1 ESCENARIOS DE FTE PARA EMPLEOS DIRECTOS

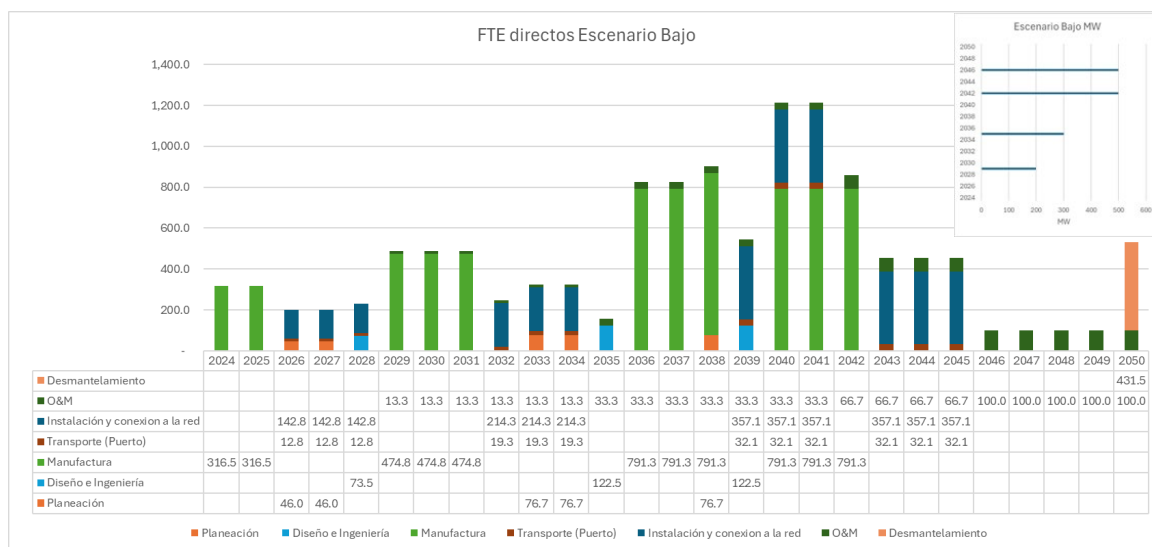


Figura 4-8 Escenario bajo – FTE directos

Fuente: Elaboración propia USAENE

Del análisis se pudo establecer que dentro del escenario bajo de expansión se generarían 12.459 FTE para todo el periodo de análisis, los cuales representan 461 FTE/anuales directos en promedio para todas las fases del proyecto. Sin embargo, hay que analizar más los hallazgos, como se presenta a continuación.

Como se puede observar, el periodo de análisis comienza con actividades de “Manufactura” que están asociadas con el primer proyecto de 200 MW que está planeado para entrar en operación en 2029. En este sentido se está suponiendo que las tareas previas de “Planeación y Diseño e Ingeniería” ya fueron surtidas y que sucedieron antes de 2024.

Ahora bien, los efectos en cantidad de FTE, en su orden de impacto, se dan para la actividad de “Manufactura”, que para este escenario conservador serían del orden de 6.805 FTE para todo el horizonte de análisis o 252 FTE/anuales. La segunda actividad más importante desde la generación de empleo directo sería la “Instalación o Construcción” de los proyectos y las actividades de conexión a la red que podrían alcanzar hasta 3.214 FTE para los veintisiete años de análisis o 119 FTE/anuales. En tercer lugar, están las actividades de “O&M” que estarían aportando 1.080 FTE totales o 40 FTE/anuales. El resto de las actividades como “Planeación”, “Diseño e Ingeniería”, y “Transporte” oscilan entre 288 y 322 FTE del total del periodo de análisis o 11 – 16 FTE/anuales.

Como se puede prever que las actividades de “Manufactura” no se realizarán en el país, por lo menos bajo las expectativas actuales de cadena de suministros inexistente para proyectos eólicos de esta tecnología. De esta consideración resulta relevante para el empleo local (Colombia) las actividades de “Instalación o Construcción” junto con las de “Conexión a la

Red”. Importante resaltar que se deben limitar sus expectativas de impacto permanente en el tiempo ya que como se observa son cíclicas con espaciamentos de cada 3 años. Algo similar sucede con las actividades de “Planeación”, “Diseño e Ingeniería”, y “Transporte”.

Es de concluir que la actividad con mayor impacto en la mano de obra local de empleos directos son las asociadas a “O&M” que, aunque en promedio anual solo llegan a 40 FTE/añual si serán de manera permanente durante 25 años. Durante esta etapa los perfiles requeridos son:

- Gerente de operaciones, con perfil de ingeniero
- Profesionales en servicios marinos
- Profesional marítimo
- Profesional de oficina en tierra
- Técnico de turbinas eólicas
- Tripulación marina
- Inspectores de mantenimiento de estructuras eólicas

Continuando con el análisis de empleos directos, pero para el escenario alto, se tiene:

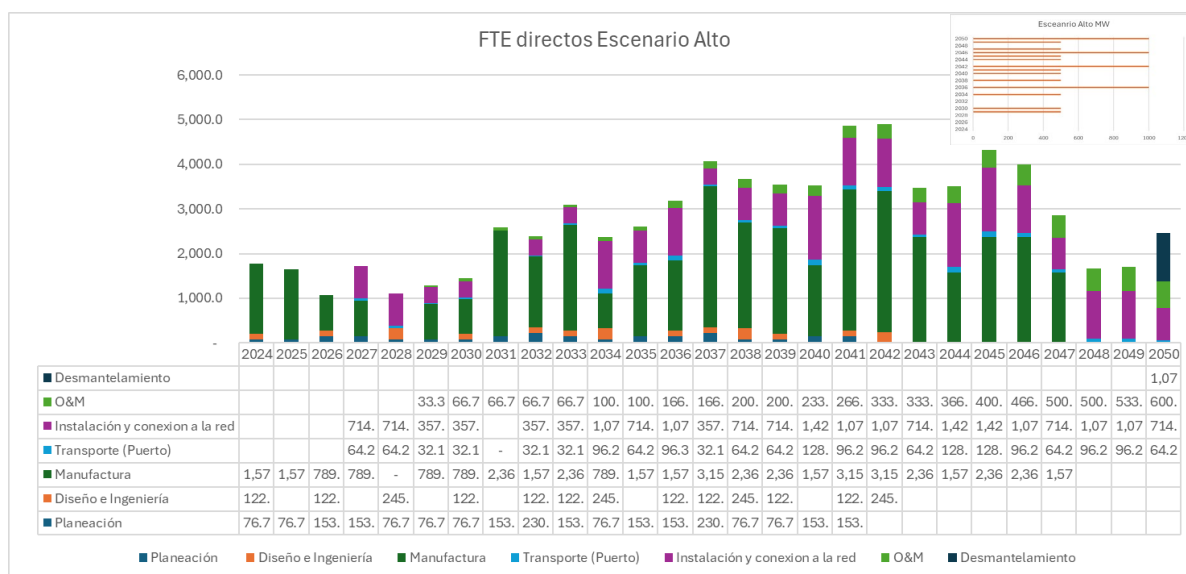


Figura 4-9 Escenario alto – FTE directos

Fuente: Elaboración propia USAENE

Del análisis se estableció que dentro del escenario alto de expansión se generarían 74.846 FTE para el periodo de análisis o 2.772 FTE/anuales directos en promedio, incluyendo todas las fases del proyecto. Sin embargo, de igual manera al escenario anterior, se debe profundizar en los resultados, como se presenta a continuación.

Igual que para el escenario bajo, el año 2024 tiene reporte de actividades de “Manufactura” que están asociadas con el primer proyecto de 200 MW que está planeado para entrar en operación en 2029. En este sentido se está suponiendo que las tareas previas de Planeación y Diseño e Ingeniería ya fueron surtidas y que sucedieron antes de 2024.

Ahora analizando cada fase y para efectos en cantidad de FTE, en su orden de impacto, se dan para la “Manufactura”, que para este escenario de 9 GW serían del orden de 42.606 FTE potenciales para todo el horizonte de análisis y de 1.578 FTE/anual. Sin embargo, y como se mencionó antes, será necesario un esfuerzo en generar las cadenas de suministro locales para poder percibir este beneficio. En este sentido sería importante contar con recomendaciones de la Superintendencia de Industria y Comercio de manera que las adquisiciones de bienes y servicios se realicen dentro de convocatorias abiertas que generen la libre competencia.

La segunda actividad más importante desde la generación de empleo directo sería la “Instalación o Construcción” de los proyectos y las actividades de “Conexión a la red” que podrían alcanzar hasta 19.279 FTE para los veintisiete años de análisis o lo que equivale a 714 FTE/anual promedio. A diferencia de la fase de “Manufactura”, si se espera un impacto importante en esta fase de manera local.

En tercer lugar, están las actividades de “O&M” que estarían aportando 5.767 FTE o 213 FTE/anuales. El resto de las actividades como “Planeación”, “Diseño e Ingeniería”, y “Transporte” oscilan entre 2.08 y 2.300 FTE del total del periodo de análisis.

Se considera relevante mencionar que este tipo de proyectos son complementarios a la actividad económica de la región con un efecto incluso marginal, de acuerdo con los resultados en empleo directo, que tendrán un encadenamiento con los empleos indirectos e inducidos, que seguramente fortalecerán y dinamizarán la económica local pero que no se consideran sustitutos de los empleos actuales, empleos que además responden a la vocación misma de las comunidades. En ese sentido se considera importante considerar reglamentación análoga a la que existe en el sector de hidrocarburos, específicamente el Decreto 1668 de 2016, en la que se dé prioridad a mano de obra local pero no exclusividad y sin establecer un sistema de cuotas fijas, que restringe el mercado laboral. Lo anterior en aras de evitar los problemas que enfrenta actualmente el sector petrolero con las comunidades y los efectos no deseados de ese tipo de mecanismos.

Ahora se presentan los resultados del escenario de la primera ronda:

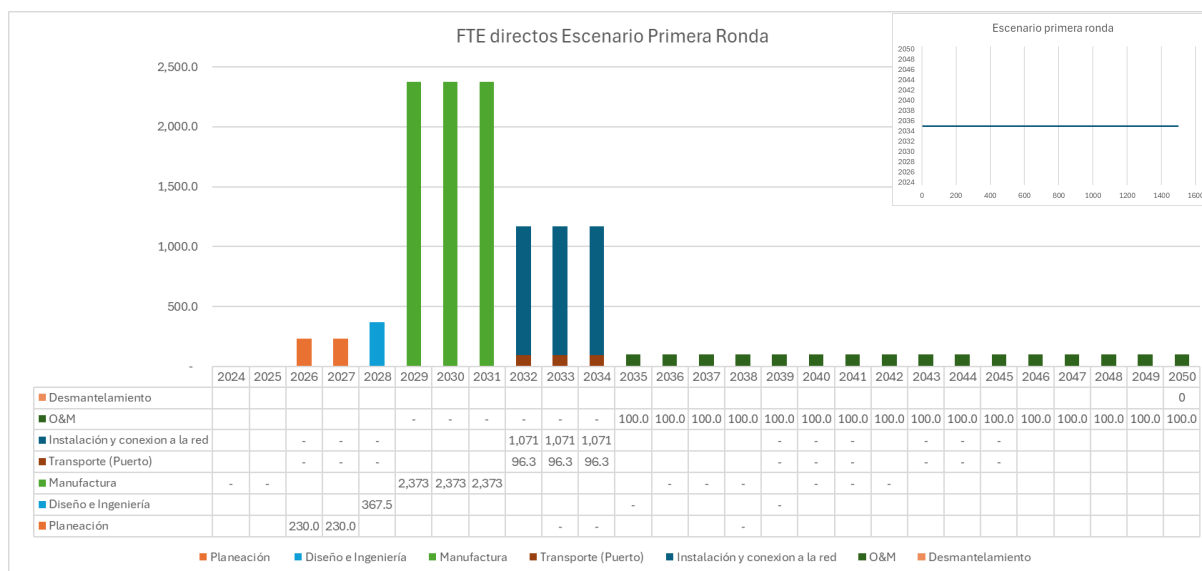


Figura 4-10 Escenario primera ronda competitiva – FTE directos

Fuente: Elaboración propia USAENE

Como se puede observar, los trabajos directos requeridos durante la fase de “Manufactura” son los más relevantes, con las limitaciones antes mencionadas en cuanto a la producción de equipos principales locales. Se observa un potencial relevante en la fase de “instalación y conexión a la red” que será interesante para la mano de obra local especializada en este tema. Los demás impactos en empleos directos para las fases restantes resultan ser marginales,

4.8.2 ESCENARIOS DE FTE PARA EMPLEOS INDIRECTOS

Una vez estimados los escenarios de demanda empleo verde directo, se presentan las estimaciones de trabajo indirecto para cada escenario: Alto, Bajo y expectativas de la primera ronda.

Para el escenario bajo la muestra el FTE de trabajos indirectos:

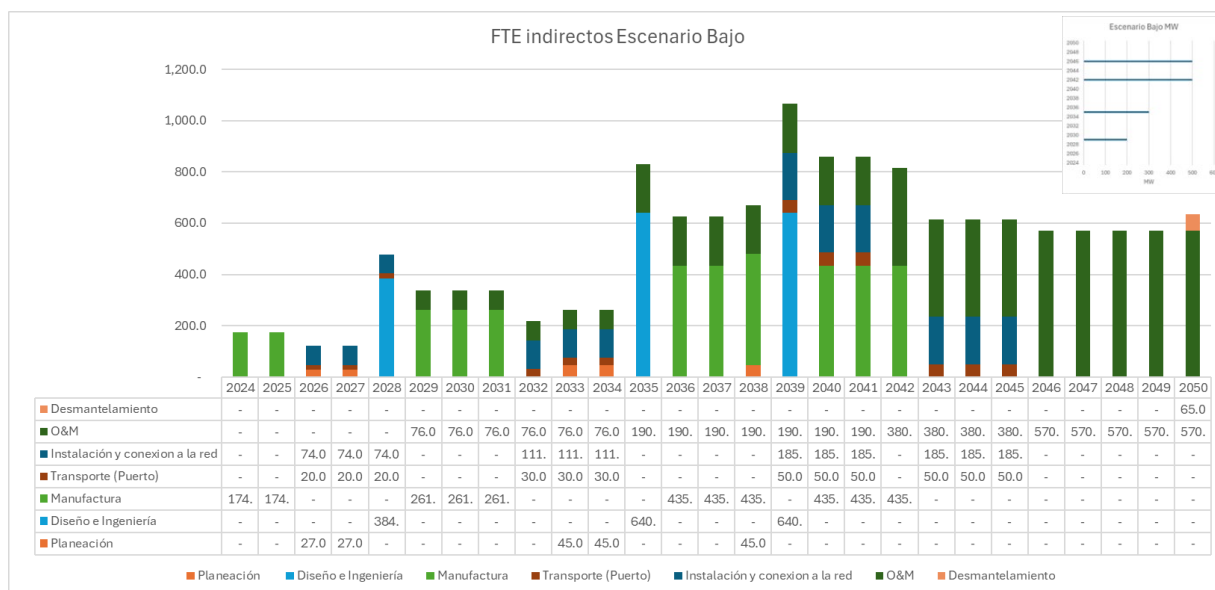


Figura 4-11 Escenario bajo – FTE indirectos

Fuente: Elaboración propia USAENE

Vale la pena recordar que los empleos indirectos se entienden como industrias que forman parte de la cadena de suministro de eólicos costa afuera como bienes manufacturados genéricos o suministros de oficina y negocios, así como servicios (es decir, contabilidad y otros servicios comerciales) (Cambridge econométricos, 2017).

La dinámica de los FTE de los empleos indirectos es distinta a la dinámica de los empleos directos. En este caso es durante la etapa de “O&M” es donde se da el mayor impacto en número de empleos indirectos totales y no en la etapa de manufactura, así para esto se esperan 6.156 FTE o 228 FTE/anual promedio. En detalle se esperarían empleos indirectos tales como:

- Extracción y Servicios complementarios comunitarios
 - Agricultura, Silvicultura y Pesca
 - Minería de canteras (materiales pétreos para la construcción), canteras y servicios sanitarios y residuos especiales.
- Servicios profesionales y empresariales
 - Información y comunicación (medios de comunicación para asegurar la debida socialización de los proyectos).
 - Finanzas y Seguros (pólizas de riesgos laborales y pólizas de responsabilidad civil).
 - Bienes raíces (arrendamientos de bienes inmuebles como apartamentos, bodegas, lotes, oficinas) y áreas en muelles.
 - Profesional, Científico y Técnico (como, por ejemplo, estudios técnicos ambientales y científicos de universidades e instituciones de investigación).

- Administración de Empresas y Servicios de Soporte (contadores, almacenistas, revisores e inspectores de procesos, entre otros)
- Otros servicios
 - Servicio de transporte de personal y carga vía Comercios de terrestre, marítima y aérea. automóviles
 - Venta al por mayor (suministro de consumibles, como alimentos)
 - Comercio minorista
 - Transporte y almacenamiento (incluido correo postal)
 - Servicios de alojamiento y alimentación (empresas de servicios catering) y aseo.
 - Educación (empresas que capacitan temas específicos relacionados con la seguridad).
 - Salud
 - Administración Pública
 - Seguridad y vigilancia.

A continuación, se detallan las características de los empleos inducidos que se generarían de acuerdos a las categorías expuestas anteriormente:

Tabla 4-13 Empleos Inducidos

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Extracción y Servicios complementarios comunitarios	Agricultura, Silvicultura y Pesca	<ul style="list-style-type: none"> El mejoramiento de la producción agrícola asociada con proyectos eólicos se puede dar por la inversión en infraestructuras -producto de las transferencias del sector a las finanzas municipales-y mejoras tecnológicas en el uso de energía renovable en actividades agrícolas, incentivando la modernización del sector y generando empleos en la actividad agrícola y pesquera entre otras. En cuanto a la silvicultura es probable que se desarrollen proyectos de reforestación, manejo forestal sostenible y restauración de hábitats, debido a que las empresas de energía eólica realizan con frecuencia inversiones en programas de compensación de carbono y conservación de ecosistemas. La pesca puede ser una de las actividades que se pueden apalancar teniendo en cuenta que los parques eólicos pueden coexistir con proyectos de acuicultura o maricultura, generando economías de escala para incremento de la actividad pesquera, moluscos o algas en torno a las estructuras submarinas, generando empleos en el manejo y operación de estas instalaciones. Adicionalmente se pueden generar servicios comunitarios complementarios ya que las comunidades cercanas a los parques eólicos pueden recibir inversiones para infraestructura y servicios, mejorando las condiciones de vida y creando empleos en la construcción, mantenimiento, y operación de estas nuevas instalaciones.
	Minería de canteras (materiales pétreos para la construcción), servicios sanitarios	<ul style="list-style-type: none"> La construcción de infraestructuras relacionadas con los parques eólicos, como bases de turbinas, caminos de acceso, subestaciones y otras estructuras, requieren grandes cantidades de materiales pétreos (como grava, arena, piedra caliza, granito). Esto genera empleo en la extracción, procesamiento y transporte de estos materiales desde las canteras.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
	y residuos especiales.	<ul style="list-style-type: none"> Los materiales extraídos de las canteras se utilizan en la producción de hormigón para cimentaciones y carreteras, creando empleos en plantas de producción y en la logística asociada. El aumento en la demanda de materiales de construcción puede impulsar la contratación en empresas que suministran equipos y maquinaria para la minería de canteras, así como en el mantenimiento y reparación de dicha maquinaria. La construcción de infraestructuras y las operaciones de mantenimiento generan residuos que deben ser gestionados adecuadamente. Empresas especializadas en la recolección, transporte, tratamiento y disposición de residuos de construcción pueden ver un aumento en la demanda de sus servicios.
Servicios profesionales y empresariales	Información y comunicación	<ul style="list-style-type: none"> La necesidad de comunicar los beneficios y el impacto de los proyectos eólicos puede generar empleo en la producción de contenido multimedia, incluyendo videos, reportajes, y material educativo sobre energía renovable. Periodistas, productores de video, diseñadores gráficos y editores de contenidos encuentran oportunidades en este sector. Los proyectos eólicos costa afuera dependen de tecnologías avanzadas para el monitoreo, mantenimiento y optimización de las operaciones. Desarrolladores de software, ingenieros de datos y expertos en tecnologías de la información pueden encontrar empleo en la creación de soluciones tecnológicas para la gestión de datos, simulación del rendimiento de turbinas, mantenimiento predictivo, y monitoreo remoto de las mismas. Transporte de equipos (incluidas cargas sobredimensionadas) por carretera y servicios de almacenamiento. Se espera que las organizaciones locales realicen la mayor parte de este trabajo.
	Finanzas y Seguros	<ul style="list-style-type: none"> La financiación de grandes proyectos eólicos implica la participación de bancos, fondos de inversión, y compañías de seguros. Los analistas financieros, asesores de inversión, y profesionales de seguros trabajan en la estructuración de financiamiento, gestión de riesgos, y seguros para estos proyectos.
	Bienes raíces	<ul style="list-style-type: none"> Los propietarios individuales y comerciales pueden recibir una compensación por el uso de sus tierras a través de arrendamientos. Diversos factores pueden influir en el pago total que recibirá un propietario de terreno específico por albergar elementos o cualquier infraestructura relacionada con el proyecto: <ul style="list-style-type: none"> Área de los terrenos disponibles y urbanizables. Valor de los terrenos. Uso actual de los terrenos. Potencial para desarrollo futuro (comercial, residencial, recreativo). Tamaño de los componentes eólicos a almacenar Capacidad de los propietarios de tierras para negociar. Prácticas comerciales que se lleguen a desarrollar entorno a la industria. Los proyectos eólicos pueden generar demanda de empleos en el sector de la construcción de vivienda e infraestructura inmobiliaria, dado el efecto multiplicador de estos en el poder de compra y en la probable migración de técnicos y profesionales respectivos que se instalen en los municipios de área de influencia como se consecuencia de este tipo de desarrollos eólicos
	Profesional, Científico y Técnico	<ul style="list-style-type: none"> Los proyectos eólicos costa afuera requieren cumplir con un marco regulatorio complejo, tanto a nivel nacional como internacional. Abogados y consultores especializados en derecho ambiental, marítimo y de energía pueden encontrar oportunidades de empleo en la asesoría para el cumplimiento normativo y la gestión de

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
		<p>permisos de forma indirecta como apoyo a las actividades indirectas generadas por estos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Tecnología de la información (TI), comunicaciones, productos para control de corrosión, combustibles, lubricantes, energía, provisión y prueba de equipos de protección personal, etc. Certificación/pruebas de grúas, vehículos, embarcaciones de transferencia de tripulación, herramientas y equipos, etc., asegurando el cumplimiento de los permisos, etc. Reacondicionamiento/reemplazo periódico de componentes principales de las turbinas o plantas. Es muy probable que sea necesario recurrir a proveedores internacionales para el mantenimiento pesado.
	Administración de Empresas y Servicios de Soporte (contadores, almacenistas, revisores e inspectores de procesos, entre otros)	<ul style="list-style-type: none"> La administración financiera de proyectos eólicos implica la gestión financiera de recursos. Por ende, los contadores y auditores se encargan de llevar los registros contables y financieros, preparar informes y realizar auditorías para garantizar la transparencia y el cumplimiento de normativas. La gestión eficiente de la cadena de suministro es esencial para asegurar que los materiales y equipos necesarios lleguen a tiempo y en condiciones adecuadas. Estos profesionales coordinan la adquisición, almacenamiento, y transporte de materiales y equipos necesarios para la construcción y operación de los parques eólicos.
Otros Servicios	Servicio de transporte de personal y carga vía terrestre, marítima y aérea	<ul style="list-style-type: none"> La demanda de servicios temporales de transporte para el personal y las operaciones del proyecto genera empleos en empresas de alquiler de automóviles y vehículos, incluyendo la logística de su operación. Los componentes de los parques eólicos, como las palas, torres y generadores, suelen ser cargas voluminosas y pesadas, por lo que se necesitan conductores especializados en el transporte de carga sobredimensionada y pesada desde los puntos de ensamblaje hasta el puerto de embarque o directamente a la costa. Se generan empleos en la planificación y coordinación del transporte terrestre, marítimo y aéreo, asegurando que los materiales y personal lleguen a su destino de manera eficiente, segura y oportuna.
	Venta al por mayor	<ul style="list-style-type: none"> Los proyectos de energía eólica costa afuera generan una amplia gama de empleos indirectos en el sector de ventas al por mayor, ya que implican la adquisición de una vasta cantidad de productos y servicios esenciales para la construcción, operación y mantenimiento de estos proyectos. Estos empleos abarcan desde ventas y logística hasta soporte técnico y gestión de inventarios, todos ellos esenciales para el éxito de las operaciones eólicas.
	Comercio minorista	<ul style="list-style-type: none"> Comercios y proveedores locales que se benefician del aumento en la demanda de bienes y servicios en las comunidades cercanas a los proyectos. Se espera que las organizaciones locales puedan proporcionar la mayoría de los servicios/productos generales como tecnologías de la información, lubricantes, equipo de seguridad, entre otros.
	Transporte y almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> Los componentes de los parques eólicos, como las palas, torres y generadores, suelen ser grandes y pesados, por lo que se necesitan conductores especializados en el transporte de carga sobredimensionada y pesada desde los puntos de ensamblaje hasta el puerto de embarque o directamente a la costa. Puertos que manejan el almacenamiento, carga y descarga de los componentes y equipos necesarios para la instalación de los parques eólicos.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de estructuras/instalaciones en tierra, monitoreo de sitios operativos, prevención de incendios, limpieza, catering, mantenimiento de vehículos y embarcaciones, servicios de gestión de residuos, etc. Flete a sitios operativos, alquiler de vehículos, cargas sobredimensionadas, almacenamiento, etc. Helicópteros, buceo, vehículos operados a distancia, puerto, atraque, pilotaje, servicios de navegación, pronósticos meteorológicos y oceánicos, servicios de emergencia, etc. Se necesita un apoyo marino significativo para las actividades de operación y mantenimiento en el mar.
	Servicios de alojamiento y alimentación (empresas de servicios catering) y aseo.	<ul style="list-style-type: none"> Hoteles, restaurantes, y otros servicios locales que atienden a los trabajadores durante la fase de construcción y operación. Los alojamientos requieren mantenimiento regular para asegurar su buen estado. Esto genera empleo para encargados de mantenimiento que reparan y mantienen las instalaciones, como fontaneros, electricistas y técnicos de climatización. Tanto las instalaciones de alojamiento como las plataformas offshore requieren servicios de limpieza regulares para mantener un entorno saludable y seguro. El personal de limpieza es responsable de la higiene de las áreas comunes, habitaciones, cocinas, y otras instalaciones
	Educación (empresas que capacitan en temas específicos de la seguridad).	<ul style="list-style-type: none"> Los proyectos de energía eólica suelen incluir programas de educación y sensibilización dirigidos a la comunidad. Profesionales en educación, coordinadores de programas comunitarios, y especialistas en divulgación científica trabajan en la creación de materiales educativos, talleres y campañas de sensibilización sobre energía renovable. Reclutamiento y capacitación con apoyo periódico del promotor para aquellas habilidades especializadas.
	Salud	<ul style="list-style-type: none"> Dado que los trabajadores de los parques eólicos costa afuera operan en entornos remotos y a menudo enfrentan riesgos asociados con la maquinaria pesada, el clima extremo y otros peligros laborales, es esencial contar con personal médico y paramédico en las plataformas o bases cercanas. Estos profesionales se encargan de brindar primeros auxilios, atención médica de emergencia, y cuidados preventivos. Clínicas y centros de salud cercanos a las instalaciones eólicas pueden prestar servicios de salud ocupacional, incluyendo exámenes médicos regulares, evaluaciones de aptitud física, y seguimiento a largo plazo de la salud de los trabajadores. Adicionalmente se tiene un efecto multiplicativo al generar formalización del empleo y por ende aumentar la atención en el régimen contributivo de salud
	Administración Pública	<ul style="list-style-type: none"> La creación de nuevos accesos y la mejora de infraestructuras existentes para el transporte terrestre puede generar empleos en la construcción y mantenimiento de caminos y carreteras.
	Seguridad y vigilancia.	<ul style="list-style-type: none"> Los proyectos de energía eólica costa afuera generan una amplia gama de empleos indirectos en el sector de seguridad y vigilancia, abarcando desde la protección física y ciberseguridad hasta la gestión de crisis y la formación en seguridad. Estos empleos son esenciales para garantizar la seguridad del personal, las instalaciones y los activos involucrados en estos proyectos de energía renovable.

Fuente: Elaboración propia USAENE

La segunda etapa en la que se genera FTE totales es en la fase de “Manufactura”, la cual no se realizará de manera local inicialmente, por lo tanto, no tendrá impactos reales locales. Similar ocurre con la etapa de “Diseño e Ingeniería”, donde se espera un total de 1.665 empleos totales indirectos o 61 FTE/ anuales en promedio.

Para el escenario alto de empleos indirectos se tiene lo siguiente:

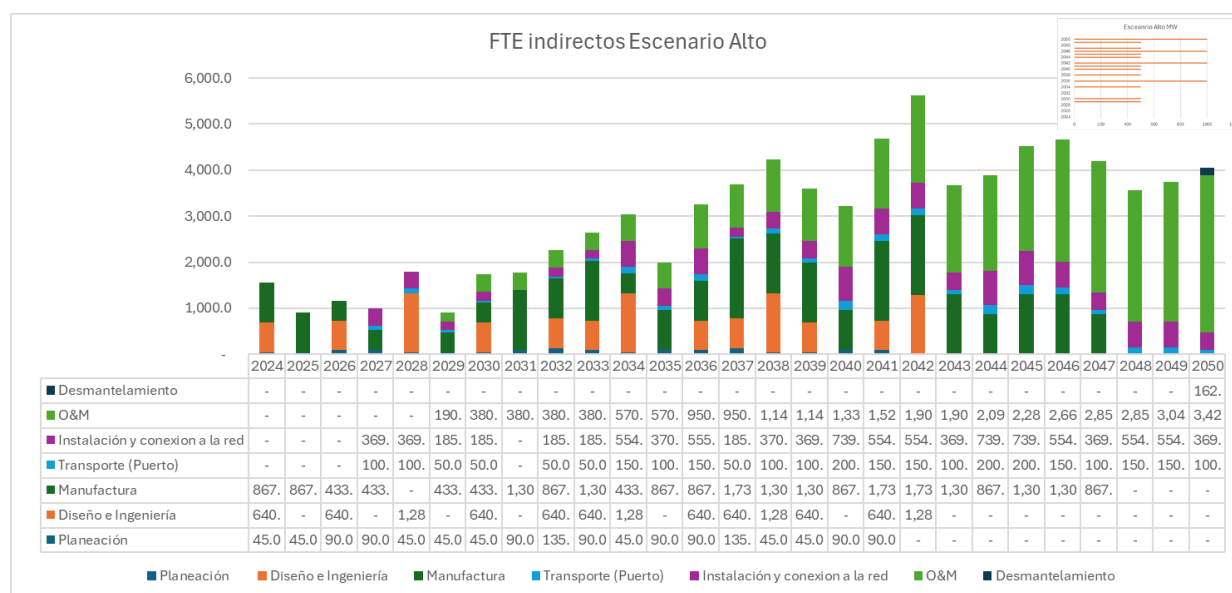


Figura 4-12 Escenario alto – FTE indirectos

Fuente: Elaboración propia USAENE

Según la dinámica de los FTE indirectos por fase se tiene que durante la “O&M” se obtiene el mayor impacto, así se estimaría un potencial de FTE de 32.870 o 1.217 FTE/anual promedio, en los segmentos que fueron presentados en arriba.

Los resultados para el tercer escenario son:

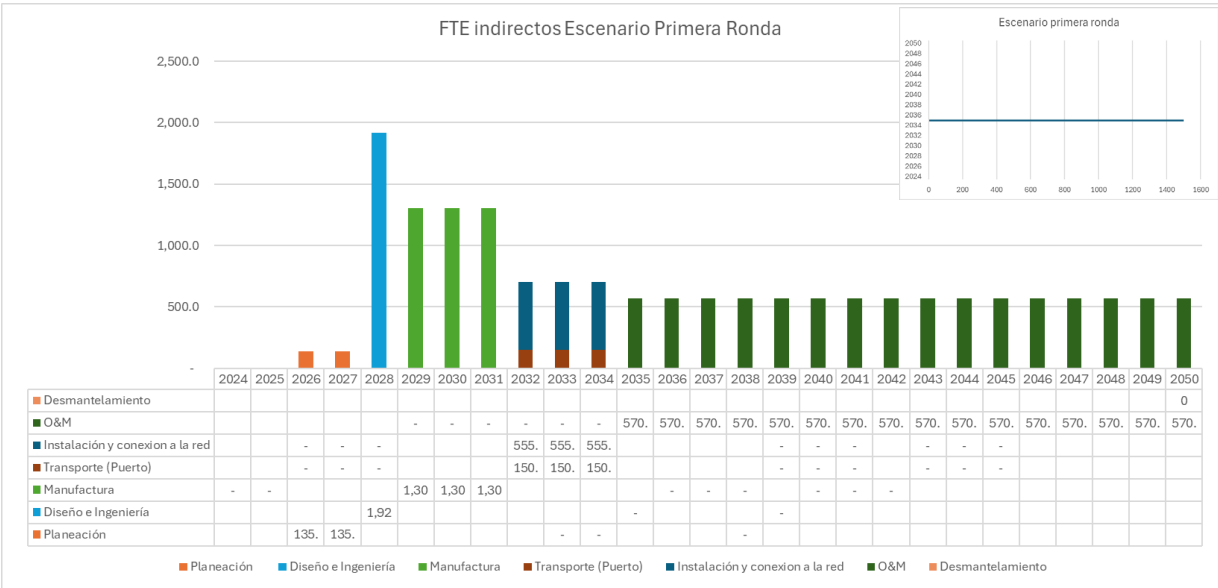


Figura 4-13 Escenario primera ronda competitiva – FTE indirectos

Fuente: Elaboración propia USAENE

Según la dinámica de los FTE indirectos por fase se tiene que durante la “O&M” se obtiene el mayor impacto, así se estimaría un potencial de FTE de 570 o 0.38 FTE/anual promedio, en los segmentos que fueron presentados en arriba.

4.8.3 ESCENARIOS DE FTE PARA EMPLEOS INDUCIDOS

Una vez estimados los escenarios de demanda empleo verde indirecto, se presentan las estimaciones de trabajo inducido para cada escenario: Alto, Bajo y primera ronda.

Recordando, los empleos inducidos son aquellos puestos de trabajo creados cuando los empleados directos e indirectos gastan sus ingresos en bienes y servicios de consumo en la economía local tales como turismo, y recreación.

Para el escenario bajo, en cuanto a trabajos inducidos se tiene:

EMPLEO VERDE E IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE PROYECTOS EÓLICOS COSTA AFUERA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Rev. 02
Fecha: 23/08/2024

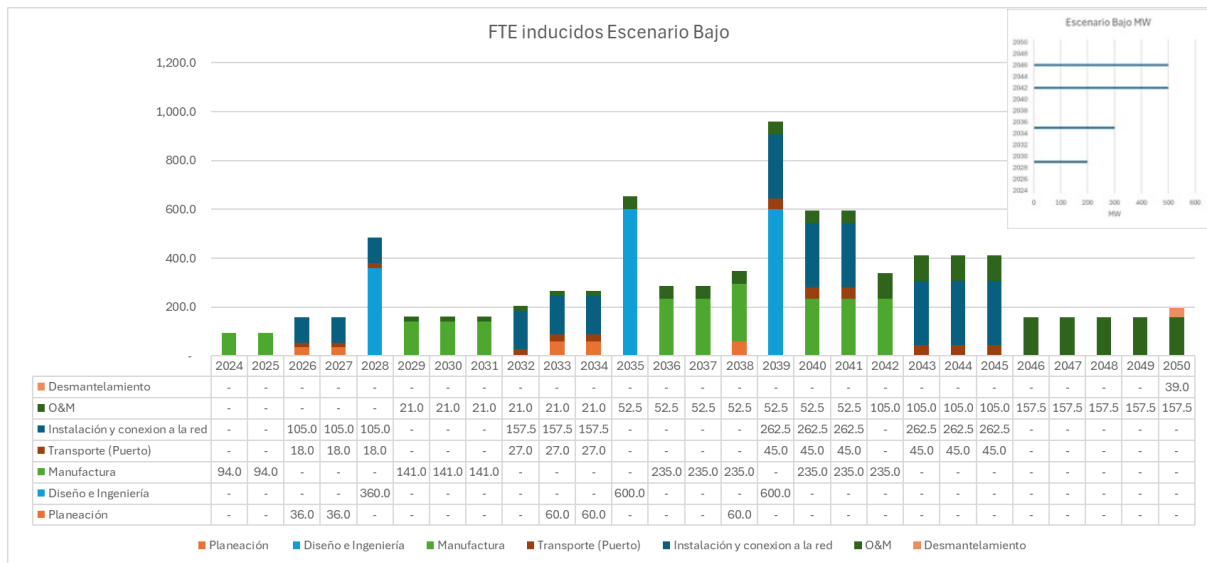


Figura 4-14 Escenario bajo – FTE inducidos

Fuente: Elaboración propia USAENE

La forma como impactan los empleos inducidos es distinta a lo que se observa en los empleos directos e indirectos. En este caso, el mayor impacto se logra durante la fase de “Instalación y Conexión a la Red” en donde se podrían alcanzar 2.362 FTE en total o 87 FTE/anual en promedio. Luego se tiene a la fase de “Manufactura” con un total de 2.021 FTE totales o 75 FTE/anual en promedio, entendiendo que estos empleos inducidos serán generados en el país donde se manufactures las turbinas, y en tercer lugar está la fase de O&M con un total de 1.701 empleos o 63 FTE/anuales promedios. Para el resto de las actividades oscilan entre 15 – 2 FTE/anuales en promedio.

Para el escenario alto de empleos inducidos se tiene lo siguiente:

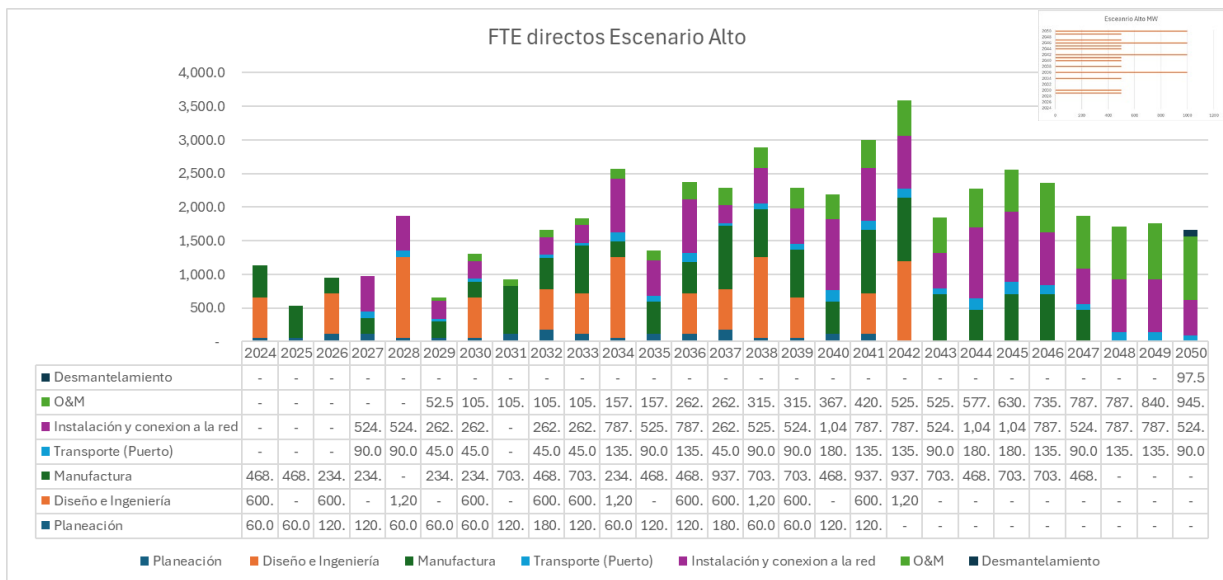


Figura 4-15 Escenario alto – FTE inducidos

Fuente: Elaboración propia USAENE

Para el escenario alto, de forma similar al escenario bajo, el mayor impacto se logra durante la fase de “Instalación y Conexión a la Red” en donde se podrían alcanzar 14.172 FTE en total o 525 FTE/anual en promedio. Luego se tiene a la fase de “Manufactura” con un total de 12.654 FTE totales o 468 FTE/anual en promedio, entendiendo que estos empleos inducidos serán generados en el país donde se manufactures las turbinas, y en tercer lugar está la fase de “O&M” con un total de 9.082 empleos o 336 FTE/anuales promedios. Para el resto de las actividades oscilan entre 524 – 70 FTE/anuales en promedio.

Con respecto a lo esperado en el escenario de la primera ronda se tiene:

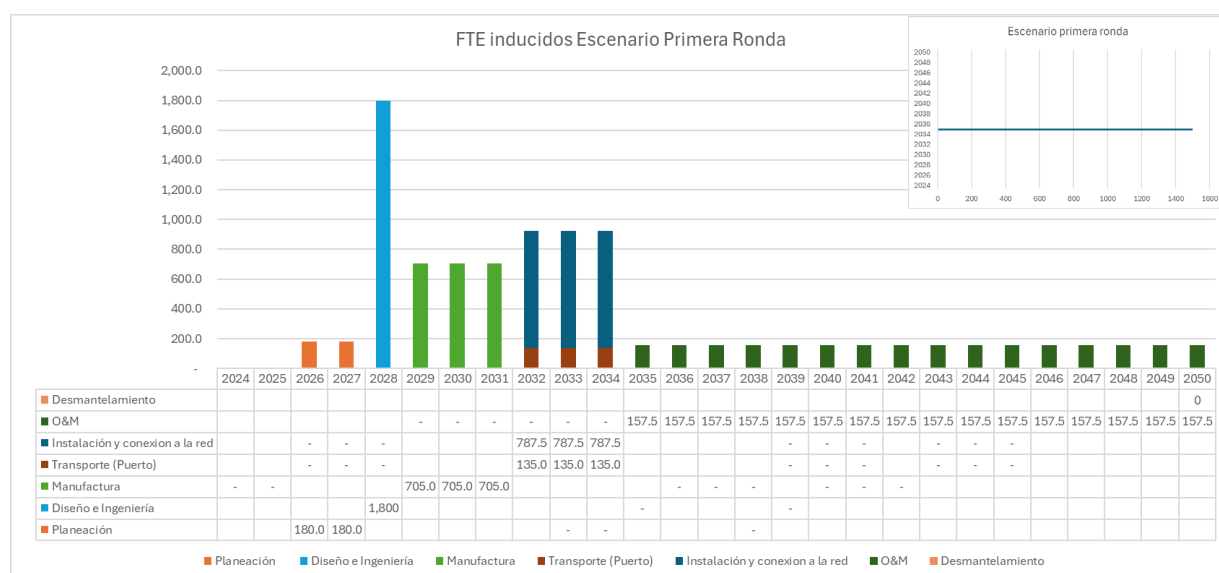


Figura 4-16 Escenario primera ronda – FTE inducidos

Fuente: Elaboración propia USAENE

Se observa entonces un alto requerimiento de trabajos inducidos en la etapa de “Diseño e Ingeniería” que serán parcialmente de origen local, ya que se refiere por ejemplo que surgen del gasto de salarios de los trabajadores directos e indirectos en la economía del lugar en donde se realizan los diseños.

En este escenario se consideran relevantes los empleos que se generarían durante la etapa de “Instalación y Conexión a la Red” donde se hablaría de alrededor de 800 FTE anuales durante tres años.

A continuación, se presenta el resumen de los hallazgos realizados y la aplicación de la metodología planteada:

Tabla 4-14 Impacto FTE para cada escenario

	Actividad	Escenario Alto			Escenario Bajo			Escenario primera ronda		
		Directos	Indirectos	Inducidos	Directos	Indirectos	Inducidos	Directos	Indirectos	Inducidos
Pre-constructiva	Planeación	2,301	1,350	1,801	322	189	252	480	270	360
	Diseño e Ingeniería	2,083	10,880	10,200	319	1,664	1,560	368	1,920	1,800
	Manufactura	42,606	23,423	12,654	6,805	3,741	2,021	7,121	3,915	2,115
O&M	Transporte (Puerto)	1,732	2,699	2,430	289	450	405	289	450	405
	Instalación y conexión a la red	19,279	9,988	14,172	3,214	1,665	2,363	3,214	1,665	2,363
	O&M	5,767	32,870	9,083	1,080	6,156	1,701	1,600	9,120	2,520
o	Desmantelamiento	1,079	163	98	432	65	39	-	-	-
	FTE	74,846	81,374	50,437	12,459	13,930	8,341	13,051	17,340	9,563
	FTE/annual promedio	2,772	3,014	1,868	461	516	309	483	642	354

Fuente: Elaboración USAENE 2024

De acuerdo con lo observado, es en los empleos indirectos donde se percibe un mayor impacto local, y la fase en la que se observa que se generarán más empleos de este tipo es en la de operación y mantenimiento, que corresponde a 25 años para cada proyecto. Es decir que sectores como la extracción, servicios públicos, servicios profesionales y empresariales enfocados en:

- Información y comunicación
- Finanzas y Seguros
- Bienes raíces
- Profesional, Científico y Técnico
- Administración de Empresas y Servicios de Soporte

Y otros servicios tales como:

- Comercios de automóviles
- Venta al por mayor
- Comercio minorista
- Transporte y almacenamiento (incluido correo postal)
- Servicios de alojamiento y alimentación
- Educación
- Salud
- Administración Pública

La fase de manufactura en cualquiera de los tipos de empleo no generará el impacto total estimado en FTE de manera local ya que se prevé que la construcción se realice en países como Alemania o China. Es posible que para los equipos de balance de planta o equipos auxiliares que son completarlos a los principales se requiera un porcentaje pequeño de trabajo local que podrá ser de alrededor del 10% o menos. Sin embargo, esto estará sujeto a la aprobación de los estándares de calidad y seguridad del trabajo que tenga el inversionista o constructor del proyecto. En este sentido es importante que se realice un análisis detallado de los tipos de fábricas de posibles suministros locales para verificar su idoneidad y capacidad de competir para abastecer suministros de este tipo específico de proyectos, que, por ser marinos, requieren de altos estándares de calidad en insumos y especificaciones muy particulares.

También es importante la etapa de instalación y conexión a la red en cuanto a empleos directos, lo que significa que se requerirán perfiles tales como trabajadores de la construcción, personal técnico e ingenieros, SST.

Para el escenario alto se observa un mayor impacto en la cantidad de empleos, pero se mantiene la misma dinámica observada en el escenario bajo antes mencionado, al igual que para el escenario de la primera ronda.

De manera específica, la estrategia que debe ser desarrollada por la industria de energía para alcanzar las expectativas en fuerza laboral específicamente para el sector de eólico costa afuera es (Offshore Wind UK, 2023):

- Corto plazo (1-2 años): identificación de habilidades críticas, las cuales deben ser promovidas y comunicadas a los sectores productivos y educativos como mecanismos para apoyar la Transición Energética Justa.
- Mediano plazo (3-4 años): formación y desarrollo de los alumnos, incluidos los técnicos desde entidades como el SENA.
- Largo plazo (más de 5 años): aprendices y graduados capacitados de nivel superior que cubran las vacantes estimadas.
- Impulsar en desarrollo de la fase de manufactura de manera local. Para ello se propone en el corto plazo un análisis de cuáles de los suministros del sistema de balance que se podrían garantizar localmente como tornillería, torres, cableado terrestre, etc. para verificar su cumplimiento dentro de los esquemas de calidad que seguramente exigirán los desarrolladores. Una vez revisado este tipo de suministros y garantizada su disposición, se pueden incluir cláusulas como una condición de contratación para el desarrollador del proyecto enfocada en adquirir estos elementos localmente. A mediano y largo plazo se sugiere comenzar a desarrollar programas locales en asocio con la industria orientados a establecer fábricas de manufactura de suministros principales tales como turbinas, torres de soporte, sistemas de control, etc.

4.9 OFERTA DE EMPLEO VERDE LOCAL

Esta sección presenta dos elementos: principales indicadores de la oferta laboral en cada uno de los municipios y una caracterización desde el punto de vista económico de estos.

Con respecto al empleo, se definen empleos verdes como aquellos que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente. Dado que un parque eólico marino puede ayudar a reducir el consumo de energías no renovables, los empleos asociados con el funcionamiento de este parque eólico pueden considerarse como empleos verdes.

4.10 CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA LABORAL

En este apartado muestra la población total de cada Municipio y los indicadores de oferta laboral: Población en Edad de Trabajar (PET²¹), la Tasa Global de Participación (TGP²²), la Tasa de Ocupación (TO²³) y la Tasa de Desempleo (TD²⁴).

En general la información del mercado laboral para las principales ciudades objeto de estudio de acuerdo con el DANE es explícita: Barranquilla y Cartagena, para los otros municipios fue necesario estimarla; la siguiente sección muestra la metodología respectiva

4.10.1 METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE INDICADORES DE OFERTA LABORAL

En esta sección se usarán los datos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) 2023 para ofrecer una aproximación al valor de cada indicador de la oferta laboral en los municipios objeto de estudio a excepción de Barranquilla y Cartagena. En particular, la población en edad de trabajar, la población económica activa (es decir, el número de personas a partir del cual se establece la tasa global participación y que corresponde a la suma de ocupados y desempleados), los ocupados, los desempleados y los subempleados.

En primer lugar, se tomaron los últimos años de la serie del mercado laboral por departamento donde se encuentran ubicados los municipios objeto de estudio, derivada de la GEIH. En este documento se muestran los datos de oferta laboral para los centros poblados²⁵ de cada departamento. Se asume que las estadísticas (expresadas como porcentajes) de los centros poblados de cada departamento son una buena aproximación a cómo es el mercado laboral en los municipios más pequeños de ese departamento. Se parte del supuesto de que el porcentaje de la población en edad de trabajar, la tasa global de participación, la tasa de empleo, la tasa de desempleo y la tasa de subempleo son similares en todos los municipios del departamento (excepto en la capital) y que esta puede aproximarse con la información reportada por la GEIH para los centros poblados. Las tablas a continuación muestran la información de los anteriores indicadores para los centros poblados de cada uno de los departamentos:

²¹ Es aquella población definida por las normas internacionales (OIT), como apta en cuanto a edad para ejercer funciones productivas (de 14 años y más de edad, en el caso de Colombia mayor de 15 años, según DANE). Para obtener la población en edad de trabajar (PET, es el denominador del cociente) tenemos que sumar la población ocupada a la desempleada (parados, sin trabajo) y a la inactiva (ni ocupados ni parados, no se encuentran en el mercado laboral).

²² Es la relación porcentual entre la población económicamente activa y la población en edad de trabajar. Este indicador refleja la presión de la población en edad de trabajar sobre el mercado laboral.

²³ Es la relación porcentual entre la población ocupada y el número de personas que integran la población en edad de trabajar.

²⁴ La tasa de desempleo es la relación porcentual entre el número de personas que están desocupadas, es decir que no tienen empleo, pero tienen disponibilidad para trabajar y además están buscando trabajo, y el número de personas que integran la fuerza laboral o población económicamente activa.

Se calcula como porcentaje entre la población desocupada y la población económicamente activa.

²⁵ Se define un centro poblado como una concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un Corregimiento Departamental. Dicha concentración presenta características urbanas tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales

Tabla 4-15 Indicadores departamentales (Atlántico)

Atlántico (Centros Poblados)								
Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Prom.
% población en edad de trabajar	72,4	72,7	72,3	72,1	72,0	72,0	72,1	72,2
Tasa Global de Participación (TGP)	55,1	56,1	58,6	53,2	57,7	65,0	60,9	58,6
Tasa de Ocupación (TO)	53,9	54,8	56,3	51,2	52,1	61,5	58,8	55,8
Tasa de Desocupación (TD)	2,3	2,3	3,8	3,8	9,7	5,4	3,3	4,7
Tasa de Subocupación (TS)	5,9	11,2	10,2	-	14,1	14,0	7,0	9,4

Tabla 4-16 Indicadores departamentales (Bolívar)

Bolívar (Centros Poblados)								
Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Prom.
% población en edad de trabajar	69,5	69,8	69,9	70,0	70,2	70,4	70,6	68,5
Tasa Global de Participación (TGP)	60,9	61,5	60,2	56,9	58,6	59,5	63,5	59,4
Tasa de Ocupación (TO)	58,5	60,0	58,8	54,0	51,5	54,8	59,6	56,3
Tasa de Desocupación (TD)	3,9	2,5	2,3	5,2	12,1	7,8	6,1	5,2
Tasa de Subocupación (TS)	5,9	10,2	10,1	-	8,4	9,8	8,8	7,1

Tabla 4-17 Indicadores departamentales (Magdalena)

Magdalena (Centros Poblados)								
Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Prom.
% población en edad de trabajar	66,5	67,0	67,2	67,6	67,9	68,3	68,6	65,7
Tasa Global de Participación (TGP)	61,8	59,4	60,9	54,1	58,6	60,6	61,6	59,3
Tasa de Ocupación (TO)	59,0	56,9	57,4	50,5	54,0	56,7	57,7	55,8
Tasa de Desocupación (TD)	4,5	4,2	5,8	6,6	8,0	6,4	6,4	5,9
Tasa de Subocupación (TS)	9,9	7,9	8,4	-	9,3	11,6	9,4	7,1

Tabla 4-18 Indicadores departamentales (Sucre)

Sucre (Centros Poblados)								
Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Prom.
% población en edad de trabajar	70,8	71,2	71,4	71,5	71,8	72,0	72,2	69,9

Tasa Global de Participación (TGP)	62,3	64,1	63,6	59,0	57,2	56,2	54,7	58,6
Tasa de Ocupación (TO)	58,4	60,4	58,7	53,3	52,3	51,6	49,3	54,1
Tasa de Desocupación (TD)	6,3	5,7	7,8	9,7	8,5	8,3	10,0	7,6
Tasa de Subocupación (TS)	12,1	7,9	9,8	-	8,2	12,0	13,3	8,9

Fuente: Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), DANE

En segundo lugar, se utiliza la población del municipio de cada año para calcular los valores relevantes del mercado laboral, Es decir, se multiplica la tasa de los centros poblados del departamento respectivo por la población del municipio que se busca analizar. Por ejemplo, el número de personas ocupadas de Sitionuevo son similares con la tasa de ocupación de los centros poblados del Magdalena multiplicada por la población de Sitionuevo.

A partir de esta metodología se logra una estimación de las características de la oferta en el mercado laboral del municipio (*Anexo A. Indicadores municipales del mercado laboral* muestra en detalle los indicadores para cada municipio).

- En términos de población el área de estudio los municipios se pueden dividir en tres grandes ejes:
 - Barranquilla y Cartagena con poblaciones mayores a un millón de habitantes
 - Puerto Colombia y San Onofre con poblaciones alrededor de 52.000 habitantes
 - Y Santa Catalina, Juan de Acosta, Sitionuevo, Turbaná, Tubará y Piojó, con poblaciones menorreas a 30.000 habitantes, siendo el más pequeño Piojo con 7,284 habitantes para 2023 (DANE): 3,454 mujeres (47.4%) y 3,830 hombres (52.6%). Los habitantes de Piojó representan el 0.26% de la población total de Atlántico en 2023 con 7284
- Las mujeres han sido alrededor del 52% de la población total promedio de los municipios objeto de estudio y los hombres el 48% restante
- Todos los municipios presentan una oferta laboral estable (no tiene cambios significativos a través del tiempo), tanto de mano de obra calificada como no calificada, en particular con altos niveles de informalidad en los dos casos

Barranquilla y Cartagena presentan respectivamente un promedio de indicadores para el periodo 2017-2023:

- Una tasa global de participación (Población económica activa / Población en edad de trabajar) de alrededor del 63%; 66.3%
- Una tasa de ocupación del 56,3%; 59.8%
- Una tasa de desocupación alrededor de 11%; 10%
- Y una tasa de subocupación entre el 11,8%;9.2%

Los demás municipios presentan respectivamente un promedio de indicadores para el periodo 2017-2023:

- Una tasa global de participación (Población económica activa / Población en edad de trabajar) de alrededor del 63%
 - Una tasa de ocupación del 56%
 - Una tasa de desocupación entre el 11% y 10%
 - Y una tasa de subocupación entre el 12% y 9%
- Dadas las características de la oferta laboral, la mano de obra semicalificada y calificada a utilizarse localmente se encuentra básicamente en Barranquilla, Cartagena y Puerto Colombia. Mano de obra no calificada se encuentra en los anteriores y los demás municipios
 - Dada la cantidad relativamente marginal demanda de mano de obra local, no se proveen efectos migratorios relevantes de otras zonas del país.

4.11 CARACTERIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO-MUNICIPIOS

Este numeral muestra indicadores fiscales, sociales y de actividad económica de cada municipio objeto del estudio, todo con el propósito de tener una radiografía del estado de dependencia y social de cada uno de ellos (*Anexo B. Caracterización socioeconómica área de estudio -Municipios-* muestra en detalle los principales indicadores de caracterización socioeconómica de los municipios objeto de estudio):

- Son municipios muy pobres. Dependen de las Transferencia de la Nación (SGP) y de las Regalías, estas pesan entre el 50% y 75% de los ingresos a excepción de Puerto Colombia el 22,5 %. Barranquilla 45% y Cartagena alrededor de 73%
- En el régimen de seguridad social la participación fuerte es del régimen subsidiado casos de Barranquilla y Cartagena, cerca del 50 % de la población y extremos como los de Juan de Acosta, Sitionuevo y Piojo, entre el 85 y 95%. Esto muestra la alta informalidad que presentan estos entes territoriales.
- En términos de pobreza multidimensional, de los municipios analizados aquel que tiene el mayor grado para este indicador es Sitionuevo (70,7%), seguido de San Onofre (69%) y Santa Catalina (54,8).
- Para el indicador de necesidades básicas insatisfechas, los municipios con mayor población en esta condición son: Santa Catalina (57,78%), Turbaná (48,57%) y Sitionuevo (48,55%).
- Se mantiene la tendencia de los indicadores de pobreza multidimensional creciente en los municipios de población pequeña (menores a 30.000 habitantes)- alrededor del 40% y 50%. La actividad económica principal es el sector terciario- servicios de transporte-, que emplea el grueso de la población

5 IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

El objetivo de este capítulo es explorar los potenciales impactos positivos y negativos del proyecto eólico costa afuera objeto de estudio en cuanto a afectación del bienestar, recopilando lo presentado en este documento y lo desarrollado en el entregable 2 correspondiente a temas de trabajo y educación.

El énfasis del análisis se pone en medidas objetivas claves relacionados con las condiciones materiales de vida, como los ingresos personales y los empleos, y cuestiones relacionadas con la calidad de vida, como la salud y la educación²⁶ que han sido trabajadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) como organización internacional que trabaja para construir mejores políticas públicas que tengan impacto positivo en el bienestar de las personas.

Tras una revisión de estudios realizados con la visión mencionada, se encontró que no existe una línea de base establecida para la cual se pueda medir cambios cuantitativos de impactos sobre el bienestar social en la mayoría de los casos: Dada esta limitación se plantea una evaluación cualitativa de la dirección del cambio. Se ha hecho un esfuerzo en esta consultoría por cuantificar los efectos basados en escenarios, en los casos en que esto sea posible, y aporten a la línea base de análisis previo el inicio de un proyecto eólico concreto en el área de estudio.

En esa misma revisión se encontró la aplicación del modelo de los cinco capitales²⁷ y un enfoque de servicios ecosistémicos (World bank, 2005), que fue aplicada en un estudio realizado con el Reino Unido (Hattam Caroline, 2015) y que se usa como referencia para el análisis a continuación desarrollado.

La aplicación del modelo parte de reconocer el vínculo que existe entre el consumo de energía y el bienestar humano (Pasternak 2000). Sin embargo, es importante también la fuente con que se atiende esta necesidad ya que existen preocupaciones sobre el cambio climático, en particular los países se han fijado objetivos para descarbonizar sus matrices. El desarrollo de la industria eólica costa afuera es parte de este cambio y es necesario comprender cómo el sector de la energía eólica costa afuera influye en el bienestar humano.

El bienestar es un concepto complejo y multidimensional para el que no existe una definición unificada. Se supone que está compuesto por ambos dominios objetivos y subjetivos que distinguen entre condiciones materiales de vida y calidad de vida (OCDE 2011).

Muchos gobiernos y organismos internacionales y supranacionales están ahora comprometidos a medir el bienestar de manera más amplia (por ejemplo, OCDE 2011; Comisión de la Comunidades Europeas 2009).

²⁶ [Measuring Well-being and Progress: Well-being Research - OECD](#)

²⁷ [The Five Capitals - a framework for sustainability | Forum for the Future](#)

A través de la Oficina de Estadísticas Nacionales (ONS) del Reino Unido, el Programa Nacional de Medición del Bienestar (Randall et al. 2014) se ha centrado en medir el bienestar a través de los dominios de la salud, relaciones, satisfacción laboral, seguridad económica, educación, condiciones ambientales y medidas de bienestar subjetivo. Cada uno de estos ámbitos del bienestar se ve afectado por cambios en las existencias de capital que incluyen:

- Capital financiero: deriva de los ingresos generados a través de las ventas y está determinado por tasas de producción, precios de mercado y costos de producción (Moran et al. 2013).
- Capital manufacturado o de ingeniería: comprende bienes o activos que contribuyen al proceso de producción o la prestación de servicios, en lugar de ser parte del resultado por sí mismo. Incluye, por ejemplo, herramientas, maquinaria, edificios e infraestructura (Moran et al. 2013).
- Capital humano: constituye la salud, los conocimientos, las habilidades y capacidades de las personas, la fuerza laboral y comunidades relacionadas (Schultz 1961).
- Capital social: se refiere a redes junto con normas, valores y entendimientos que facilitan la cooperación dentro o entre grupos (Cote y Healy 2001).
- Capital natural (también llamado capital ambiental o ecológico): engloba el capital natural recursos, así como los procesos necesarios para sustentar la vida y producir bienes y servicios. (Foro para el Futuro 1990).

La Figura 5-1 muestra el modelo de cambios en el capital

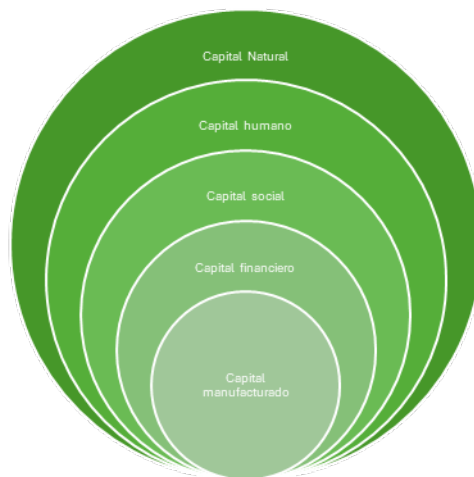


Figura 5-1 Modelo de los cinco capitales

Fuente: USAENE con base en Los cinco capitales – marco de referencia para la sostenibilidad (Forum for the future, 2020)

La relación entre el capital natural y el bienestar se puede explorar más a fondo a través de un enfoque de servicios ecosistémicos. Los servicios ecosistémicos son la contribución directa e

indirecta de ecosistemas para el bienestar humano (TEEB 2010) y el enfoque apunta a identificar explícitamente los vínculos entre el cambio ambiental y el bienestar humano (Millennium Ecosystem Evaluación 2003).

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2003). Los servicios se pueden dividir en cuatro grupos funcionales:

- Servicios de aprovisionamiento: los productos obtenidos de los ecosistemas, incluidos alimentos, combustible, recursos genéticos, medicamentos y productos farmacéuticos, recursos ornamentales y agua dulce.
- Servicios de regulación: los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos. Incluye la calidad del aire, la regulación del clima, la regulación del agua, el control de la erosión, el agua depuración y tratamiento de residuos, regulación de enfermedades humanas, control biológico, polinización y protección contra tormentas.
- Servicios culturales: los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, incluidos diversidad cultural, valores espirituales y religiosos, sistemas de conocimiento, valores educativos, inspiración, valores estéticos, relaciones sociales, sentido de lugar, valores del patrimonio cultural y recreación y ecoturismo.
- Servicios de apoyo: los servicios que son necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos, incluida la producción primaria, la producción de oxígeno atmosférico, formación y retención del suelo, ciclo de nutrientes, ciclo del agua y suministro de hábitat.

Los cinco tipos de capital (incluidos los servicios ecosistémicos) están dentro de un marco de gobernanza, relacionado con el proceso de toma de las decisiones de los actores involucrados en el uso de las diferentes capitales. Los indicadores de gobernanza también se utilizan como indicadores de bienestar. Esto sugiere que la gobernanza es tanto un motor como un indicador del bienestar. Esta situación no es exclusiva de la gobernanza, sino que es el caso de muchos indicadores de bienestar (por ejemplo, educación e ingresos).

La Figura 5-2 muestra las interrelaciones del modelo de capitales y los efectos sobre el bienestar social

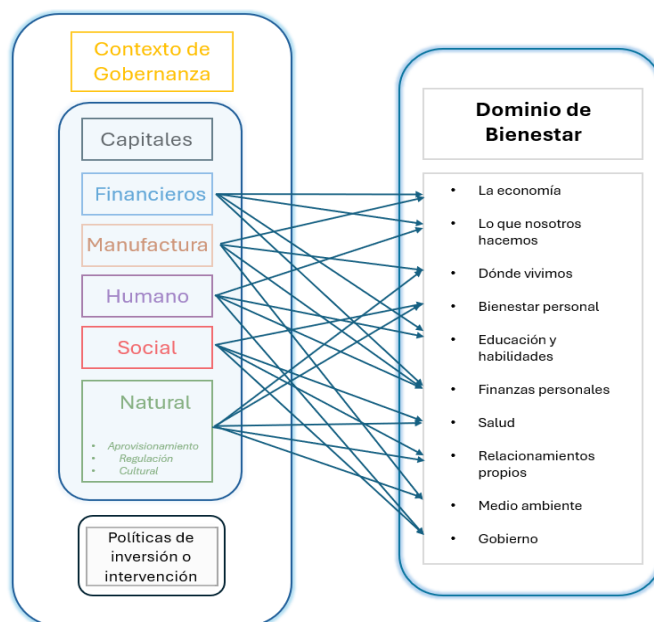


Figura 5-2 Relación capitales y bienestar

Fuente: (Hattam Caroline, 2015)

5.1 CAPITAL FINANCIERO

El capital financiero proporciona una idea de la capacidad productiva, la viabilidad y la estabilidad de una empresa, proyecto, sector o economía (Foro para el Futuro 2007) o en este caso de un proyecto eólico costa afuera. Se puede estimar utilizando el valor, por ejemplo, de acciones, bonos y ganancias para señalar la capacidad de un sector para ser autónomo, solidario y sostenible. Para estimar el valor más amplio del capital financiero se puede incluir una estimación de los beneficios económicos asociados con su uso o en este caso asociados con la generación de energía. Además, se pueden construir indicadores de contribución de las industrias al sector donde se desarrolla el proyecto.

Para este caso aplicado se propone que para valorar los impactos positivos en el área de influencia del proyecto se estiman:

- Inversión esperada, para lo cual se utilizan valores de CAPEX de referencia NREL a 2021.²⁸ de 5.577 USD/kW y con capacidades en MW asociados a los dos escenarios que se presentaron en capítulos anteriores. Así se prevén inversiones de CAPEX para el escenario alto de 9 GW a 2050 del orden de 50.000 millones de dólares aproximadamente o 8.300 millones de dólares para escenario bajo de 1.5 GW a 2050. Importante mencionar que no toda la inversión prevista del CAPEX tendrá efecto sobre

²⁸ [84774.pdf \(nrel.gov\)](#)

el área de influencia dado que la inversión está dividida en cuatro etapas de las cuales solo dos de ellas se realizan específicamente en el sitio, así:

Tabla 5-1 Distribución del CAPEX

ETAPA	PORCENTAJE DE CAPEX
Diseño	5%
Manufactura turbinas y torres	68%
Conexión a la red e instalación	14%
Desmantelamiento	13%

Fuente: (NREL, 2022)

De acuerdo con el desarrollo de la industria de construcción de partes de generadores eólicos costa afuera en Colombia se prevén entonces que solo el 14% del CAPEX que corresponde a conexión a la red e instalación, así como lo correspondiente al 13% de desmantelamiento tendrá impacto positivo en el área de influencia de este estudio. Es decir, inversiones de CAPEX local (nacional) para el escenario alto de 9 GW a 2050 sería de 13.500 millones de dólares aproximadamente o 2.240 millones de dólares para escenario bajo de 1.5 GW

- OPEX, se tiene de referencia a NREL que indica 118 USD/kW anualmente. Es decir, para el escenario alto se esperaría para 2050 un OPEX de 1.062 millones de dólares y para ese mismo año, pero en el escenario bajo sería del orden de 177 millones de dólares.
- Otro aspecto sumamente relevante y de impacto en los egresos a prever por parte de los desarrolladores de este tipo de proyectos son las Transferencias de ley que deben hacer los generadores²⁹ de acuerdo con el Decreto 421 de 2021 en su Artículo 2.2.3.8.8.2. dice: *Obligados al pago de la transferencia. Estarán obligados al pago de la transferencia de la que trata el artículo 2.2.3.8.8.1 de la presente Subsección, quienes produzcan energía eléctrica a partir de Fuentes No Convencionales de Energía FNCE a las que se refiere la Ley 1715 de 2014 y cuyas plantas con potencia nominal instalada total supere los 10.000 kilovatios. La transferencia será equivalente al 1% de las ventas brutas de energía por generación propia de acuerdo con la tarifa que para ventas en bloque señale la Comisión de Regulación de Energía y Gas -CREG.*

²⁹ Las transferencias de ley del sector eléctrico, TSE, son una forma de aportar a las comunidades y territorios en las áreas de influencia de las centrales de generación de energía eléctrica, para que parte de los recursos generados sean reinvertidos en las áreas de influencia para beneficio social y ambiental.

Tienen su origen en la Ley 99 de 1993, modificado por la Ley 1930 de 2018 artículo 24, y son recursos económicos que generan las empresas del sector eléctrico que usen como materia prima para la generación de energía recursos renovables, como por ejemplo el agua, y deben transferirlos directamente a los municipios, Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y a los Parques Nacionales.

PARÁGRAFO 2. La tarifa de la transferencia de que trata el presente artículo se incrementará a 2% cuando la capacidad instalada de generación eléctrica a partir de fuentes no convencionales de energía renovables, reportada por el Centro Nacional de Despacho -CND, sea superior al 20% de la capacidad instalada de generación total del país.

Así, y usando en un factor de producción de planta de 0.38% de acuerdo con NREL, se tendrían los siguientes escenarios de transferencia:

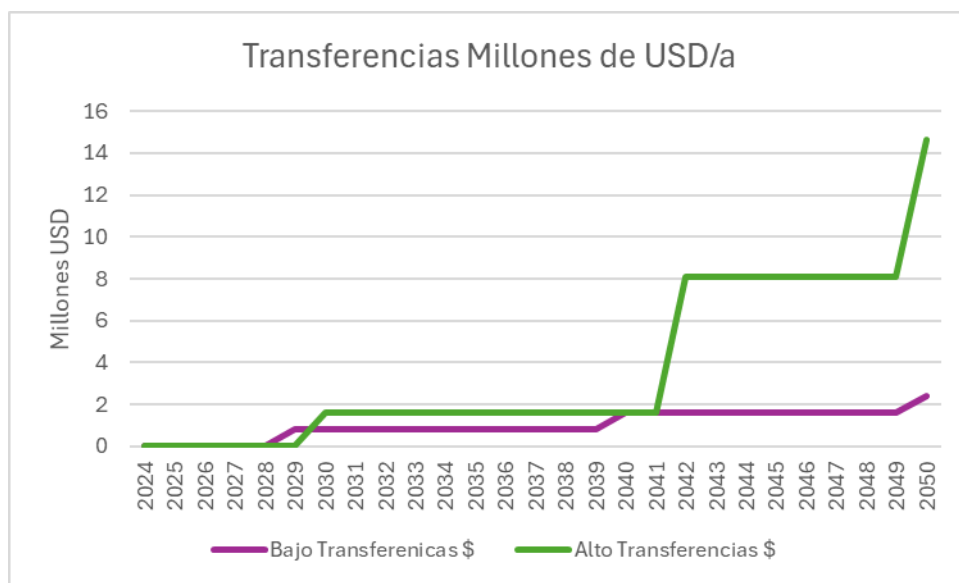


Figura 5-3 Transferencias estimadas Millones de dólares

Fuente: USAENE, 2024.

Nota: Los precios estimados de venta de energía se calculan usando el valor de XM medio en los escenarios de largo plazo de planeación. [Análisis energético de largo plazo MPODE - Resultado de estudios \(xm.com.co\)](#)

Importante resaltar que en el sector eléctrico no aplica regalías, ya que este caso lo define el mecanismo de transferencias, y por eso se usa esta figura para analizar los recursos que se esperan recibir.

Desde la consultoría se considera que existe un vacío para la asignación de las transferencias porque los proyectos eólicos costa afuera no quedarán inscritos a un área geográfica municipal sino en el área marítima que no está asociado a un área geográfica que pertenezca a un municipio.

5.2 CAPITAL MANUFACTURADO

Los impactos del capital manufacturado están asociados con las cadenas de suministro de materiales y equipos existentes de manera local (nacional) para la construcción del proyecto.

En este sentido, entendiendo que el nivel colombiano respecto a la fabricación de estos equipos principales como turbinas, torres, cables submarinos, etc., es reducido, como se mencionó en el capital financiero, se reconoce como un obstáculo para el desarrollo del sector de la energía eólica costa afuera dada la ausencia de centros de fabricación locales de equipos principales, ya que esto aumenta los costos de los proyectos si se comparan con proyectos en otros países que producen equipos principales. Esta situación no permite que el área de influencia del proyecto perciba la totalidad impactos positivos asociados a puestos de trabajo en manufactura y solo pueda aprovechar un 10% aproximadamente que se refiere a la producción local de equipos auxiliares de los proyectos. El monto de la inversión de los proyectos de energía eólica costa afuera están asociados con inversiones en la cadena de suministro local ya que tienden a reducir los costos de construcción, operación y mantenimiento de acuerdo con Task Force (2012) y estudio Offshore Wind Cost Reduction Pathways de The Crown Estate (The Crown Estate 2012). Es probable que esta inversión en la cadena de suministro pueda tener implicaciones para el bienestar de las comunidades en las que se elabora, y a nivel nacional, a través de su contribución a la economía. A manera de ejemplo en 2010, para un parque eólico costa afuera en el Reino Unido, se estimó que hasta el 80% habría provenido de otras partes de Europa (Greenacre et al., 2010).

Ahora bien, los sistemas de puertos locales se benefician por este tipo de proyectos en particular Barranquilla y Cartagena, ya que, al ser necesaria la importación de grandes piezas de maquinaria, se requiere la inversión en infraestructura portuaria local que mejore y amplíe las locaciones de los puertos.

Los puertos del área de este análisis están muy concentrados alrededor de Barranquilla y Cartagena, pero las instalaciones potenciales están bien distribuidas a lo largo de la costa, tal como lo muestran el siguiente mapa:

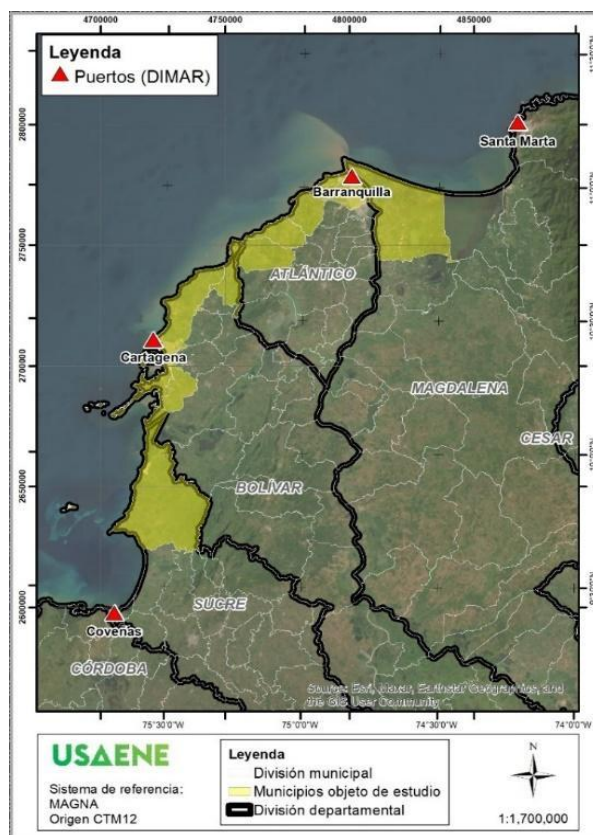


Figura 5-4 Mapa Puerto DIMAR

Fuente: USAENE, 2024.

La infraestructura portuaria y costera en estas regiones está muy desarrollada por la concentración de transporte y comerciales marítimos alrededor de Cartagena y Barranquilla, y las actividades de petróleo y gas en alta mar en Magdalena, alrededor de Santa Marta.

En este sentido vale la pena retomar el análisis de infraestructura portuaria desarrollado en la Hoja de Ruta de Energía Eólica Costa Afuera. La metodología de evaluación establecida en ese estudio consideró la trayectoria de los tamaños y dimensiones de los componentes de los proyectos eólicos en la próxima década, que como ya se mencionó en los escenarios de expansión presentados en este documento, coinciden en un escenario alto y bajo. Para evaluar los puertos de la costa norte de Colombia, la Hoja de Ruta recopiló datos públicos para cada puerto y también hizo una evaluación de alto nivel del nivel de inversión que cada instalación portuaria requeriría para aumentar las capacidades hacia un puerto eólico costa afuera en funcionamiento (ya sea un puerto de fabricación o de construcción).

De acuerdo con la Hoja de Ruta, la infraestructura costera en los departamentos de Bolívar, Atlántico y Magdalena estaría geográficamente bien adaptada para soportar desarrollos eólicos costa afuera dada su proximidad a los sitios identificados para el desarrollo de proyectos. Las instalaciones portuarias alrededor de Santa Marta, en particular, también se han promovido recientemente para ayudar a respaldar el crecimiento de las actividades de

petróleo y gas costa afuera de Colombia. Por tanto, también se puede considerar que es compatible con la energía eólica costa afuera.

El tercer aspecto por analizar en el capital manufacturado está asociado con la expansión de las redes del sistema de transmisión nacional, ya que como se establece en el Plan de Expansión 2023 - 2037 de la UPME y su escenario de Transición Energética que considera entrada de proyectos eólicos costa afuera por 4500 MW entre 2028 a 2037, sin embargo, aún no está en firme y por lo tanto no se ha realizado el análisis de este impacto en la transmisión.

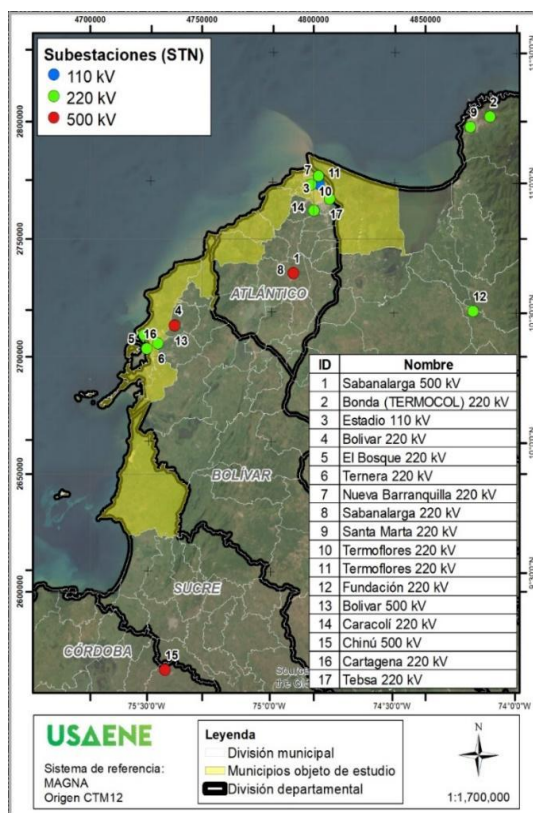


Figura 5-5 Mapa subestaciones 500 kV y 220 kV

Fuente: USAENE, 2024.

Según el análisis de capacidades en las subestaciones de 500 kV y 220 kV del área de análisis, se concluye que se deben realizar tareas de ampliación de capacidad para lograr que las nuevas capacidades posibles a instalar puedan acceder al SIN. La Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) es responsable de la planeación, coordinación y aprobación de la expansión del STN por eso es importante que dicha Unidad incluya en sus análisis pertinentes para dar las señales requeridas con anticipación.

Dentro del Plan de Expansión de Transmisión 2022 – 2036 se indica la necesidad de la obra de un tercer transformador en la subestación Bolívar 500/220 kV ya que ante contingencia de uno de los transformadores en la subestación Bolívar 500/220 kV, se presenta una sobrecarga

en el transformador restante cercana al límite de emergencia definido para el activo. Por lo anterior se propone la instalación de un tercer transformador en la subestación Bolívar 500/230 kV – 450 MVA. La fecha de puesta en operación del proyecto es junio de 2026. Valorando los costos en unidades constructivas según las resoluciones CREG 011 de 2009, se tiene un valor de USD\$11.626.420,65. La obra propuesta permite ampliar la capacidad de nueva generación con un valor de 650 MW, de tal forma que sus beneficios ascienden a USD\$183.444.000, por lo que su relación beneficio costo es de 15,77 veces. Sin embargo, análisis y requerimientos similares se deben realizar para la subestación de Sabanalarga y Chinú, ambas de 500 kV.

Se recomienda que las obras de expansión del sistema de transmisión que se requieran desarrollar y sean identificadas por la UPME que hagan parte del plan de promoción de la eólica costa afuera en el país para que los beneficios e inversión sean parte de la contribución de estos proyectos a la región.

5.3 CAPITAL NATURAL

Instalar plantas eólicas costa afuera es una solución para la generación de energía renovable que conlleva impactos ambientales que deben evaluarse rigurosamente. Para asegurar una evaluación exhaustiva, se han adoptado guías de evaluación de impacto ambiental desarrolladas en países con experiencia en este tipo de infraestructura, como el Reino Unido (K&L Gates, LLP, SNC-Lavalin, 2019). Estas guías proporcionan un marco detallado para identificar, analizar y mitigar los impactos potenciales, garantizando que los proyectos se desarrollen de manera sostenible y con el menor perjuicio posible al entorno marino. Con base a las experiencias internacionales en el desarrollo de estos proyectos, se ha identificado una lista preliminar de impactos posibles durante todas las fases del proyecto: construcción, operación y desmantelamiento, los cuales se listan a continuación.

- Afectación del fondo marino
- Alteración de la calidad del agua por vertimientos accidentales
- Alteración de la calidad del aire
- Alteración de los niveles de ruido
- Afectación a la fauna y flora local:
 - Cambios en las dinámicas de alimentación y cría
 - Irrupción de hábitats
 - Desplazamiento de especies autóctonas
 - Llegada de especies nuevas
 - Alteración o pérdida de hábitat
- Interferencia con otros proyectos.

Los principales impactos se han determinado que afectan a la fauna marina, al estar presentes durante toda la etapa de operación de los proyectos, y se han dividido en tres tipos: impacto a los servicios de aprovisionamiento, soporte y regulación de servicios ecosistémicos, y a los servicios culturales.

5.3.1 SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO

Los impactos que se pueden generar frente a la alteración de ecosistemas y hábitats acuáticos recaen en la formación de arrecifes artificiales cerca de la superficie dura de los cimientos de las turbinas; con esto, se pueden tener efectos positivos en las poblaciones de peces y mariscos, y aunque la evidencia no es universal para asegurar que este aumento suceda, el aumento no siempre se evidencia en especies comerciales, por lo que puede esperarse que conlleve a una alteración de los ecosistemas y sus cambios en las actividades económicas en las zonas de pesca.

Otros impactos son la afectación de los parques en la capacidad de ciertos animales para navegar o detectar presas por los campos electromagnéticos que se producen en las turbinas, o los efectos del ruido; impactos que pueden generar que los animales se alejen de la fuente, se habitúan a la perturbación o directamente abandonen la zona.

5.3.2 SOPORTE Y REGULACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La investigación sobre especies marinas y hábitats frecuentemente aborda los cambios ecológicos desde una perspectiva científica estándar en lugar de un marco de servicios ecosistémicos. Sin embargo, estos cambios pueden afectar los servicios de apoyo y regulación, como el aumento de mejillones en las bases de las turbinas, lo cual conlleva a una mejora en la remediación de desechos y la disponibilidad de alimentos.

Los proyectos eólicos costa afuera afectan las comunidades bentónicas, aunque los cambios significativos en los sedimentos blandos son raros debido a la alta variabilidad natural. Las comunidades en las turbinas difieren de las de los sedimentos circundantes, con una mayor presencia de mejillones y percebes.

Las turbinas también influyen en los ensamblajes de peces, con una mayor abundancia de peces no comerciales pero menor diversidad de especies. Además, estos proyectos pueden facilitar la propagación de especies no nativas, lo que puede alterar la biodiversidad local.

Los procesos físicos como la composición de sedimentos y los mecanismos de transporte también pueden verse afectados por la presencia de las turbinas, aunque esta área necesita más estudio.

5.3.3 SERVICIOS CULTURALES

Según los impactos identificados al inicio de este numeral, para los servicios no materiales o culturales obtenidos de los ecosistemas marinos impactados por la industria eólica marina, se pueden atender con medidas de mitigación dirigidas a las poblaciones de las áreas de desarrollo impactados por los proyectos, con acciones como iniciativas de marketing/promoción a las actividades pesqueras y turísticas de la zona, desarrollo de equipos y programas de apoyo que aseguren un turismo y pesca segura y rentable, entre otros.

Por ello, la Oficina de Programas de Energía Renovable de Estados Unidos, hace una serie de recomendaciones comprendiendo que, al no existir un diseño estándar para las instalaciones eólicas marinas, se consideren elementos de diseño descritos a continuación, para minimizar los impactos en el sector de pesca comercial y recreativa (Renewable Energy Programs, Ocean Energy Management, & United States Department of the Interior, 2022):

- Todos los cables estáticos deben estar enterrados a una profundidad mínima de 6 pies por debajo del lecho marino donde sea técnicamente factible.
- Los desarrolladores deben evitar técnicas de instalación que eleven el perfil del lecho marino, como la eyección de grandes rocas. La eyección de este material puede dañar los equipos de pesca.
- Si es necesario, las medidas de protección del cable deben reflejar las condiciones preexistentes en el sitio, es decir, se debe considerar el uso de materiales que imiten el entorno bentónico.
- Las ubicaciones de las turbinas deben situarse para evitar características bentónicas sensibles conocidas, como arrecifes naturales y artificiales.
- La planificación de las instalaciones debe usar diseños inclusivos con la naturaleza, cuando sea aplicable, para maximizar el hábitat disponible para los peces.

Finalmente, la Maritime Spatial Planning (MSP) de la Unión Europea, propone una serie de soluciones preventivas diseñadas para evitar que el conflicto por impactos al turismo marítimo y costero sea el menor, ejecutándose previamente a que den las licencias para los parques eólicos marinos (European MSP Platform, 2018):

- La zonificación para minimizar el impacto visual de los parques eólicos marinos, el cual corresponde a una ordenación del espacio marítimo donde se designen áreas de reserva para el turismo o recreación y que esté vinculada a los posibles impactos visuales que los parques pueden llegar a generar.
- Determinar una ubicación sensible de los parques eólicos marinos para minimizar los impactos socioculturales, donde en la fase de planificación, se consideren las dimensiones sociales traslapando las áreas que son culturalmente significativas. Esto permitiría identificar lugares de importancia cultural en la costa y en el mar.
- Recopilar constantemente datos actualizados sobre el sector turístico y recreativo costero en las áreas o regiones impactadas por los desarrollos de parques eólicos marinos.
- Permitir el acceso de embarcaciones recreativas a los parques eólicos marinos, en el Reino Unido, Dinamarca y Polonia, los parques eólicos están abiertos para el tránsito, tanto para uso comercial como recreativo.
- Diseñar los parques eólicos marinos con un uso múltiple, por ejemplo, incluir requisitos para que los parques eólicos marinos establezcan instalaciones o rutas para la navegación recreativa. De esta manera, podrían desarrollarse rutas de paso fáciles para la navegación recreativa dentro de estos. Visitar un parque eólico marino puede proporcionar un valor añadido a los recorridos en barco existentes y hacerlos más atractivos.

- Asegurarse de que los proyectos de parques eólicos marinos contribuyan activamente a la economía local/regional, alcanzando acuerdos sobre la generación de empleos para formación, capacitación y acceso a los mismos; como también, esquemas de compensación para sitios naturales, establecer programas para el uso de energía renovable para la región y que los diseños de los parques eólicos reduzcan la visibilidad de las turbinas al mínimo para disminuir o mitigar impactos visuales.

5.4 CAPITAL HUMANO

La energía eólica marina está experimentando un crecimiento significativo a nivel mundial. Este desarrollo implica que los estándares de formación a escala global empiecen a formar en el mercado de las energías renovables. Es por ello, que el requisito de obtener cualificaciones específicas para ingresar a la industria eólica marina varía según el rol deseado. Dentro de la industria, existen oportunidades que no requieren ninguna formación específica, como es el caso de roles que se basan en habilidades blandas, como la mano de obra no calificada. Por otro lado, para acceder a roles de carácter técnico, que dependen de la fase de desarrollo del proyecto. En cuanto a la fase de Operación y Mantenimiento que se extiende por periodos de más de 20 años, se requiere predominantemente personal con formación en energía eléctrica y mecánica, y ciertas cualificaciones específicas de la actividad en plataformas marinas. (RenewableUK, CTP, & OWIC, 2022). De acuerdo con ello, los roles en la industria eólica marina pueden ser categorizados de diversas formas y se representa en la siguiente figura:

EMPLEO VERDE E IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE PROYECTOS EÓLICOS COSTA AFUERA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Rev. 02
Fecha: 23/08/2024

Planeación, diseño e ingeniería	Desarrollo Construcción (incluyendo Instalación y Puesta en Marcha)		Operaciones Mantenimiento y Servicio	Funciones de Apoyo	
Gerente de proyectos	Director	Gerente de la unidad de negocio en ventas y marketing	Gerente y/o ingeniero de operaciones	HSE	Recursos Humanos
Experto regulatorio/permisos	Especialista en Aseguramiento de Calidad (QA) / Control de Calidad (QC)	Experto regulatorio/permisos	Profesionales de servicios marinos	Comunicación de Medios Internos y Externos	Financiero y Comercial
Especialista social	Coordinación Marítima	Coordinación de Embarcaciones	Profesional marítimo	Asuntos Legales	Administración
Especialista finanzas	Gerente de fabricación y aprovisionamiento	Gerente de investigación y desarrollo de negocios	Personal de oficina en tierra	Expertos en aviación	Profesionales técnicos
Especialista en seguros	Gerente de recursos humanos	Asesor legal	Técnicos de turbinas eólicas	Adquisiciones y Gestión de la Cadena de Suministro	Gestión de Inversiones
Abogado/asesor jurídico	Ingeniero de producción/manufactura	Gerentes de planta/operación/logístico	Tripulación marina		
Especialista en adquisiciones	Ingeniero de diseño y pruebas	Cargos asistenciales supervisores, ingenieros, técnicos y/o tecnólogos	Inspectores de mantenimiento de la estructura eólica		
Científico ambiental, Biólogo, Geofísico, Ingeniero submarino, Oceanógrafo					
Ingenieros					

Figura 5-6 Roles de la demanda laboral requerida en proyectos de energía eólica costa afuera

Fuente: Adaptado por USAENE SAS de (RenewableUK, CTP, & OWIC, 2022).

De acuerdo con la figura anterior, será fundamental que las entidades encargadas de supervisar y atender las necesidades de la industria eólica costa afuera actualicen de manera regular las evaluaciones de los mercados laborales regionales y locales, considerando tanto la magnitud como la temporalidad de otros proyectos de infraestructura de energías renovables importantes para el país, así como también, la capacidad de los mercados laborales locales para cubrir las demandas y/o necesidades con ciertas habilidades específicas que pueden llegar a ser requeridas dentro del sector (por ejemplo, ingeniería, diseño de sistemas, sistemas de control, robótica e inteligencia artificial, trabajos de alta tensión, experiencia en trabajo en alta mar, etc.), los cuales son similares a las que existen en otros sectores, especialmente en áreas como la generación de electricidad en tierra, transmisión y distribución, fabricación general, como también el sector de petróleo y gas en alta mar (Energy & Utility Skills, 2018). Dentro de las consideraciones clave relacionadas con estas iniciativas incluyen:

- Conectar las iniciativas de la fuerza laboral local y los programas de educación formal y no formal, con las inversiones en infraestructura en fábricas de manufactura, ensamblaje de equipos, puertos y operaciones y mantenimiento; siendo una alternativa fundamental para involucrar a las personas de la comunidad local.

- Se debe asegurar que los empleos en la industria ofrezcan salarios y beneficios competitivos.
- Apoyar los programas de aprendizaje no formal para que las personas adquieran las habilidades necesarias para el desempeño de oficios en la economía local. Estos programas pueden ayudar a las personas a prepararse para ingresar a la fuerza laboral de la industria de las energías renovables.
- Aprovechar el conocimiento costa afuera de los trabajadores de la industria de petróleo y gas que se desempeñan en roles de desarrollo e instalación, transfiriéndose con capacitación adicional en energía eólica.
- Aunque la construcción de plantas de energía eólica marina podría afectar a algunas industrias marinas (como la pesca), también puede generar oportunidades para que los barcos participen en actividades de transporte, exploración o vigilancia (NREL, 2022).

Dentro de los retos del sector educativo para el desarrollo de habilidades para el primer proceso competitivo eólico costa afuera en Colombia, se podría llegar a enfrentar con las siguientes barreras:

- Incertidumbre y falta de visibilidad a largo plazo de los proyectos de energía eólica costa fuera, ya que podrían ser un gran obstáculo para la planificación de la fuerza laboral. Para ello, se pueden implementar medidas que fomenten una planificación más sólida y eficiente donde la industria podría crear alianzas con instituciones educativas formales y participar en oportunidades para ganar experiencia en sus proyectos curriculares de pregrado y/o posgrado; estas acciones permitirán aumentar el interés de los estudiantes sobre las oportunidades laborales en la industria eólica marina. También podría coordinarse sobre dónde o en qué regiones se debe instruir a los estudiantes para así acceder a las ofertas de empleo. Esto puede ayudar a garantizar que la oferta de profesionales calificados se conecte de manera más fácil con las oportunidades ofrecidas en el sector y zonas de posible desarrollo.

Las instituciones educativas pueden mostrar resistencia a ofrecer programas apropiados hasta tanto no vean la demanda de estudiantes/empleadores. Para ello, se pueden implementar con la industria y las instituciones educativas formales/no formales, programas de investigación que permita a los estudiantes que participan de estos, ingresar a la industria eólica marina y así generar tasas de incorporación de acuerdo con los roles demandados. Los grupos de investigación de las instituciones educativas pueden ayudar a conectar a los estudiantes interesados con los stakeholders de la industria. Según referentes internacionales como la Oficina de Tecnologías de Energía Eólica (WETO) del Departamento de Energía de los Estados Unidos, esta financia investigaciones en todo el país con inversiones de hasta 41 millones de dólares. Estas inversiones tienen como objetivo promover el desarrollo e implementación de tecnologías eólicas marinas que capturen los recursos eólicos de las costas de EE. UU. y los conviertan en electricidad.

Los proyectos de investigación abarcan el avance en la tecnología de plantas eólicas, la caracterización física de los recursos eólicos y del sitio, así como la instalación, operaciones, mantenimiento y soluciones tecnológicas para la cadena de suministro. Estos proyectos se dividen en las siguientes áreas de enfoque técnico: Sistemas de Energía Eléctrica, Medioambiente y Conflictos Sociales, Ingeniería de Estructuras Fijas, Operaciones y Mantenimiento (O&M) y Seguridad, Suministro y Logística, y Caracterización de Recursos Eólicos y del Sitio.

De acuerdo con lo anterior y con los referentes internacionales, se observa una decidida participación de agencias e instituciones del estado en la evaluación de los recursos de energía renovables y en la habilitación de medidas para fortalecer la investigación y desarrollo de estas fuentes de generación.

- La baja atracción del sector y capacidad de los empleadores para reclutar en aspectos de comunidades tradicionales y/o locales (es decir, mujeres y personas de grupos minoritarios étnicos). Para ello, las pasantías son vías importantes para que los estudiantes adquieran las habilidades técnicas necesarias para ingresar con éxito a la industria eólica marina; esto puede ayudar a garantizar que los programas creados o desarrollados sean efectivos en cuanto a reclutamiento y contratación. También permite reducir las barreras en el ingreso de grupos como mujeres y personas de comunidades étnicas a la industria eólica marina.
- Para la educación no formal, es necesario implementar estándares comunes de capacitación. Al estandarizar los programas de enseñanza, se podría lograr la transferencia de habilidades entre tecnologías, empresas y otros sectores de generación de energías renovables (industria eólica marina, industria eólica terrestre, industria de parques fotovoltaicos, entre otros). Dentro de los programas de enseñanza, se deben incluir los estándares de salud y seguridad para proteger el bienestar de los trabajadores y minimizar los riesgos operativos (HSE), un fuerte enfoque en el desarrollo de habilidades en inglés, y la capacitación en trabajo en el mar, incluyendo trabajo en altura, condiciones marítimas, entre otros. También se incluye entrenamiento especializado en diagnóstico de problemas y sistemas digitales en monitoreo, supervisión operativa y control de turbinas eólicas.
- En el contexto de las oportunidades laborales dentro de un mercado laboral competitivo en el sector de las energías renovables, la industria eólica marina puede destacar las posibilidades disponibles para emplear al personal exmilitar naval, dada su experiencia en operaciones en alta mar, así como los trabajadores del sector petrolero y gas. Estas habilidades, que incluyen conocimientos eléctricos, análisis digital, fabricación, tramitación de permisos y habilidades marinas, pueden ser aprovechadas y compartidas para el desarrollo de proyectos eólicos marinos.

- Los Ministerios de Educación Nacional, Minas y Energía, Trabajo, Ciencia, Tecnología e Innovación y otras entidades públicas involucradas en el primer proceso competitivo de energía eólica costa afuera en Colombia, deben diseñar una estrategia de fuerza laboral que respalde el objetivo gubernamental de crear empleos verdes para los proyectos de energía renovable. Esta estrategia deberá definir cómo el sector logrará el crecimiento significativo en empleo y habilidades que se requerirán para el año 2030. Dentro de las estrategias se puede resaltar:
 - Estimular las industrias locales mediante programas de inversión tecnológica que potencien la producción y difusión de conocimientos. Esto podría mejorar la competitividad de la base industrial local en segmentos tanto de menor como de mayor valor agregado.
 - En el contexto de experiencias internacionales, Estados Unidos ofrece estímulos fiscales adicionales para los desarrolladores que utilicen productos de hierro y acero de producción nacional y otros productos manufacturados, y/o aseguren que los beneficios económicos del proyecto se destinen a comunidades que históricamente no han tenido acceso a los servicios energéticos.
 - Aprovechando los beneficios económicos de los desarrollos eólicos marinos, es esencial fomentar proyectos de generación a pequeña escala en colaboración con desarrolladores y grupos locales, como las Comunidades Energéticas. El objetivo principal de estas iniciativas es suministrar energía, educar a las comunidades sobre el uso eficiente de la energía y destacar la importancia de las energías renovables. Estos proyectos deben centrarse en aspectos clave como la producción local de energía, la participación comunitaria y la obtención de beneficios económicos. Además, deben abordar y superar las brechas en el acceso a los servicios energéticos que puedan surgir con la implementación de los proyectos costa afuera.

Los proyectos energéticos a menudo generan diversas conflictividades sociolaborales debido a su impacto económico, ambiental y social. Un análisis y tipología de estas potenciales conflictividades puede ayudar a prever y mitigar problemas, a continuación, alguno de los posibles conflictos identificados:

- Conflictos laborales internos: conflictos relacionados con las condiciones de trabajo, quejas sobre salarios, horas de trabajo, seguridad laboral, condiciones de trabajo, y falta de capacitación. Problemas relacionados con la contratación de personal local versus foráneo, despidos injustificados y prácticas de subcontratación. Disputas entre la empresa y los sindicatos sobre negociación de contratos colectivos, derechos laborales y huelgas.
- Conflictos con las comunidades: Falta de consulta y participación de la comunidad en la planificación y ejecución de los proyectos.

- Conflictos socioeconómicos: Efectos adversos en las economías locales, como el aumento de precios y la competencia desleal.
- Conflictos culturales: Impacto sobre sitios y prácticas culturales de las comunidades locales.
- Conflictos políticos: desacuerdos sobre el cumplimiento de las normativas ambientales y laborales.

Las estrategias de mitigación en proyectos energéticos son cruciales para minimizar las conflictividades sociolaborales y asegurar un desarrollo sostenible. Ofrecer programas de capacitación y desarrollo profesional para los trabajadores mejora sus habilidades y oportunidades laborales, contribuyendo a una fuerza laboral más competente y satisfecha. Asegurar una compensación justa para las comunidades afectadas es esencial para mantener relaciones armoniosas y equitativas, reconociendo y compensando adecuadamente los impactos sufridos. Implementar medidas de protección ambiental y gestión sostenible de recursos ayuda a mitigar los efectos negativos sobre el entorno natural, promoviendo la responsabilidad ecológica. Finalmente, fomentar el diálogo abierto y la cooperación entre todas las partes interesadas, incluyendo comunidades locales, trabajadores, y gobiernos, garantiza que las decisiones sean inclusivas y se aborden las preocupaciones de todos los implicados, fortaleciendo la confianza y la transparencia en el proceso.

Además, derivado de los trabajos de campo realizados en los dos municipios de casos pilotos donde se socializó el primer proceso competitivo, se identificaron que, aunque las alcaldías y el comercio local están dispuestos a fomentar la economía de estos municipios, predomina una economía no formal. La no formalización de la economía imposibilita las contrataciones por parte de grandes empresas, ya que estas requieren cumplir con regulaciones estrictas y estándares legales para operar. Sin la formalización, muchos negocios no pueden proporcionar la documentación necesaria ni garantizar el cumplimiento de normativas fiscales y laborales, lo que disuade a las corporaciones de establecer relaciones comerciales con ellos. Esta situación limita el crecimiento y las oportunidades para los pequeños y medianos empresarios, perpetuando un ciclo de informalidad y precariedad económica.

Por otro lado, se identificó que en la zona existe población con conocimientos empíricos capacitada para trabajos que pueden ser útiles para las actividades constructivas de estos proyectos de generación de energía eólica, pero estos mismos manifestaron que no están debidamente certificados por una institución educativa que valide dichos conocimientos. La no certificación de estudios técnicos imposibilita el acceso a mejores oportunidades laborales y frena el desarrollo profesional de muchos trabajadores. Sin una validación oficial de sus competencias, estos individuos enfrentan dificultades para demostrar su capacidad ante potenciales empleadores, quienes prefieren candidatos con credenciales reconocidas. Esta falta de certificación no solo afecta a los trabajadores, sino también a las empresas, que pierden la oportunidad de contar con personal calificado y preparado para enfrentar los retos del mercado. Además, limita la competitividad de la fuerza laboral en un entorno global cada vez más exigente y especializado.

5.5 CAPITAL SOCIAL

A lo largo de la historia, el concepto de capital social ha tenido diversas definiciones. Este documento adopta la definición de Robert D. Putnam, quien lo describe como "las conexiones entre los individuos: las redes sociales y las normas de reciprocidad y confiabilidad que emergen de ellas" (Putnam, 1993). El capital social incluye relaciones interpersonales y valores compartidos en comunidades específicas.

Los impactos del capital social están interrelacionados, generando sinergias que amplifican sus efectos positivos y negativos. Estos impactos se han identificado considerando experiencias de otros países con proyectos eólicos costa afuera y la experiencia en evaluación ambiental y social en Colombia. También se ha tenido en cuenta la jerarquización de impactos establecida por la ANLA.

En el análisis de proyectos eólicos costa afuera, se identifican cuatro aspectos afectados del capital social: i) el bienestar personal, ii) el entorno comunitario, iii) las actividades comunitarias, y iv) las relaciones entre comunidades y otros actores presentes (Hattam, 2015).

5.5.1 BIENESTAR PERSONAL

El bienestar personal se construye a partir de percepciones objetivas y subjetivas sobre condiciones de vida y relaciones sociales (CEPAL, 2012). En el contexto de los parques eólicos costa afuera, este bienestar puede verse afectado por cambios en actividades recreativas y la percepción del paisaje, influyendo tanto positiva como negativamente (Hattam, 2015). Estos cambios, identificados por el ANLA (2023), pueden alterar las actividades económicas y la percepción turística de la zona.

La generación de empleo es un aspecto positivo, aunque puede estar sobreestimada debido a la externalización de mano de obra técnica. Es crucial fomentar empleos indirectos y servicios locales para satisfacer la demanda generada por estos proyectos.

El gobierno y las empresas deben promover un enfoque inclusivo y sostenible en el desarrollo de proyectos eólicos, mejorando la calidad de vida, especialmente de los más vulnerables. Además, estos proyectos contribuyen a la mitigación del cambio climático, reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero y beneficiando a largo plazo el bienestar social al prevenir impactos adversos como el aumento del nivel del mar y eventos climáticos extremos.

5.5.2 DÓNDE VIVIMOS

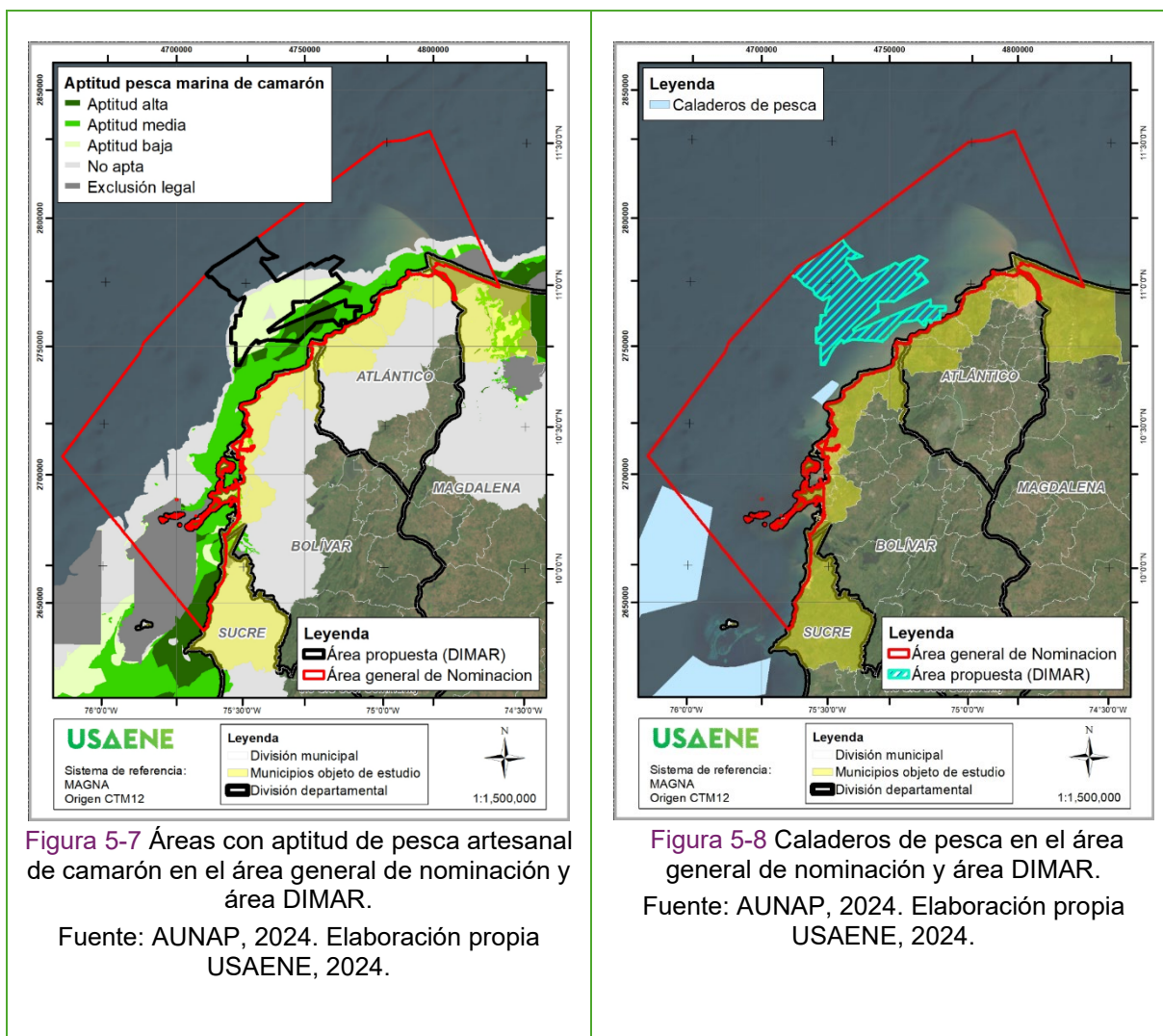
Los impactos identificados en cada aspecto del capital social están estrechamente interrelacionados, lo que puede generar sinergias que potencien tanto sus efectos positivos como negativos. La identificación de estos impactos se basa en la aproximación a escenarios probables, considerando las experiencias de otros países con proyectos eólicos costa afuera, y la del equipo consultor en evaluación ambiental y social en proyectos de generación de

energía de fuentes no convencionales en Colombia. Además, se ha tenido en cuenta la jerarquización y estandarización de impactos establecida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la cual ha surgido del análisis de los estudios de impacto ambiental en proyectos de generación de energía eólica presentados en el país.³⁰

Dentro de los posibles impactos identificados en el entorno donde residen las comunidades, se destacan los i) afectación de recursos naturales necesarios para las actividades de subsistencia, ii) aumento y/o disminución del valor de la tierra, y iii) incremento o disminución de la infraestructura de transporte. En la revisión de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) de la normalización de impactos para proyectos de generación eólica que afectan el entorno, identificaron estos impactos como recurrentes.

La construcción y operación de proyectos pueden impactar los recursos naturales vitales para la subsistencia de las comunidades, como la pesca artesanal. Esta actividad puede ser directamente afectada si los proyectos invaden áreas tradicionales de pesca utilizadas por las comunidades según sus calendarios y tradiciones. Por ello, es crucial identificar previamente estas áreas de pesca con la participación de las comunidades afectadas. Dentro de la información aportada por la AUNAP se encuentran áreas de aptitud alta, media y baja de pesca artesanal de camarones dentro del área DIMAR. No existen caladeros de pesca presentes en el área general nominal. Ante esta ausencia en información de orden nacional, se deberá corroborar y trabajar mancomunadamente, como se mencionó anteriormente, con las comunidades pesqueras del área de influencia del estudio, para identificar dichas áreas potenciales de pesca (Ver Figura 5-7 y Figura 5-8).

³⁰ ANLA, 2023. Estandarización y jerarquización de impactos ambientales de proyectos licenciados por ANLA y Resultados de la jerarquización de las CEI por sector/subsector económico.



Otro impacto en el capital social es el cambio en el valor de la tierra. Los proyectos pueden generar especulación respecto al valor y tenencia de la tierra, especialmente cerca de la infraestructura asociada, como zonas de disposición de materiales, puertos, vías de acceso, subestaciones y líneas de conexión. Esta especulación puede variar entre las fases de prefactibilidad y las fases operativas y de mantenimiento. Es fundamental realizar una identificación detallada de los predios y ofrecer compensaciones justas, considerando la productividad y valor de la tierra.

En relación con los territorios colectivos (resguardos y consejos comunitarios), es crucial señalar que son inalienables, imprescriptibles e inembargables. Por ende, las expectativas del uso de estos territorios deben ser abordadas mediante consultas previas, que incluyen compensaciones económicas por los impactos del uso del territorio, convirtiéndolas en proyectos de inversión comunitaria.

En cuanto a los territorios colectivos, como los resguardos y consejos comunitarios, es importante destacar que estos bienes son inalienables, imprescriptibles e inembargables (UPME, 2024). Por lo tanto, las expectativas derivadas del uso de estos territorios deben ser atendidas a través de consultas previas, en las cuales se deben estructurar compensaciones económicas por los impactos asociados al uso del territorio, convirtiéndolas en proyectos de inversión comunitaria. Tanto en títulos privados como colectivos, la especulación de la tierra debe ser monitoreada durante el proyecto y mitigada mediante compensaciones que generen beneficios comunitarios.

El tercer impacto identificado es el incremento o disminución de la infraestructura de transporte. La llegada de proyectos eólicos costa afuera a los territorios costeros genera altas expectativas sobre el mejoramiento de vías de acceso y puertos necesarios para la entrada de materiales, equipos y otros elementos para la construcción y operación de los parques eólicos. Este impacto puede considerarse mixto, ya que puede ser valorado positiva o negativamente. Por un lado, el aspecto positivo es que el mejoramiento de vías y puertos puede beneficiar la movilidad y accesibilidad de las comunidades locales, especialmente en áreas que carecen de vías pavimentadas. Esto puede representar oportunidades de desarrollo local y acceso significativo para estas comunidades.

La connotación negativa de este impacto para el capital social de las comunidades radica en el aumento potencial de la accidentalidad debido a la mejora de las vías, lo cual tiende a incrementar las velocidades y la frecuencia del tránsito. Para contrarrestar este impacto, es crucial incluir medidas de mitigación y prevención dentro de los Planes de Manejo Ambiental (PMA). Esto incluye la elaboración de un plan vial específico para la fase de construcción, la adecuada señalización del entorno y el establecimiento de límites de velocidad en áreas críticas como colegios y centros poblados. Es esencial socializar estas medidas de manera oportuna con la comunidad para minimizar los impactos negativos en términos de movilidad e infraestructura de transporte.

5.5.3 ¿QUÉ HACEMOS?

El "qué hacemos" se refiere a las actividades económicas en un territorio específico y cómo pueden verse afectadas por proyectos de energía eólica costa afuera (Hattam, 2015). Se han identificado impactos como: i) cambios en la dinámica de empleo, ii) alteración de actividades económicas tradicionales, y iii) variaciones en la oferta y demanda de bienes y servicios. Estos impactos interactúan con otros ya discutidos, afectando el bienestar personal y el entorno físico de manera sinérgica (Conesa, 2011).

La ejecución de proyectos eólicos costa afuera puede alterar la dinámica de empleo al generar empleos directos e indirectos en la región, potencialmente reduciendo el desempleo y aumentando los ingresos locales. Sin embargo, los perfiles laborales específicos requeridos pueden limitar las oportunidades para algunos miembros de la comunidad local, especialmente durante la construcción, fase de alta demanda laboral.

A pesar de los efectos positivos esperados en economía, empleo y sensibilización ambiental, es crucial considerar los perfiles específicos necesarios para estos proyectos, que podrían no coincidir con las expectativas de empleo de las comunidades locales.

Además, la alteración de actividades económicas tradicionales como el turismo y la pesca puede disminuir los empleos en esos sectores, desviando la mano de obra hacia actividades relacionadas con el proyecto eólico. Esto subraya la importancia de evaluar y mitigar los impactos en las actividades económicas locales, incluyendo medidas específicas para proteger las prácticas tradicionales como la pesca.

En resumen, los proyectos eólicos costa afuera pueden tener impactos significativos y complejos en la economía local, incluyendo cambios en el empleo, la oferta y demanda de bienes y servicios, y la sostenibilidad de las actividades económicas tradicionales. Es esencial un análisis detallado y medidas de mitigación adecuadas para manejar estos impactos de manera efectiva.

5.5.4 NUESTRAS RELACIONES

El relacionamiento entre los actores que conforman los grupos poblacionales es crucial para el capital social, y es objeto de análisis frente a la llegada de proyectos eólicos costa afuera. Este aspecto incluye impactos como la alteración en la organización comunitaria, la generación de expectativas, la aparición o modificación de conflictos socioambientales, cambios en la relación con las instituciones, fluctuaciones en la dinámica poblacional y alteraciones en el entorno cultural, que abarca desde lugares sagrados hasta prácticas y costumbres.

En la metodología para la Transición Energética Justa (TEJ) en Colombia, se destacan principios como la equidad, la democratización y la participación social vinculante. Estos principios buscan una participación más activa de las comunidades en la generación de energía y la creación de comunidades energéticas, con una distribución equitativa de beneficios. También se enfoca en un nuevo modelo de relacionamiento socioterritorial para prevenir conflictos y mejorar las condiciones de vida en los territorios afectados por proyectos de energías renovables, incluyendo los eólicos costa afuera.

Uno de los impactos identificados en el capital social es la alteración en la organización comunitaria. La llegada de estos proyectos puede estimular o fragmentar procesos organizativos comunitarios. Por un lado, puede fomentar nuevas estructuras organizativas que interactúen de manera más efectiva con las empresas y otras entidades, beneficiando el conocimiento local y la participación comunitaria. Por otro lado, podría fragmentar las relaciones existentes debido a intereses divergentes, como ha ocurrido en casos como el de La Guajira.

Las expectativas generadas por estos proyectos también son significativas. Pueden motivar procesos organizativos colaborativos, pero también pueden llevar a conflictos socioambientales si no se manejan adecuadamente. La falta de información clara y espacios

de participación equitativos puede exacerbar estos problemas, afectando la relación entre los ciudadanos y las instituciones locales, departamentales y nacionales.

La dinámica poblacional también se ve alterada, especialmente durante la construcción de los proyectos, debido a la migración de personas en busca de empleo y oportunidades. Esto puede incrementar la demanda de servicios públicos y sociales, afectando la capacidad de infraestructura local para responder adecuadamente.

El impacto en el entorno cultural es otro aspecto crítico. La presencia de proyectos eólicos puede afectar prácticas culturales y sitios de interés histórico o arqueológico, especialmente en comunidades étnicas. Es fundamental implementar medidas que respeten y protejan estos aspectos culturales, siguiendo las normativas pertinentes y consultando activamente a las comunidades afectadas.

En resumen. Estos impactos deben abordarse de manera integral y participativa, considerando los aspectos sociales, ambientales y económicos de los proyectos eólicos costa afuera. La colaboración estrecha con las comunidades locales y la aplicación de medidas de mitigación adecuadas son fundamentales para gestionar estos impactos de manera efectiva y promover un desarrollo sostenible en las áreas de influencia.

5.6 GOBERNANZA

La gobernanza se entiende como *“la realización de relaciones entre diversos actores involucrados en el proceso de decidir, ejecutar y evaluar asuntos de interés público, proceso que puede ser caracterizado por la competencia y cooperación donde coexisten como reglas posibles; y que incluye instituciones tanto formales como informales (ciudadanía y sus distintos mecanismos de organización temporal y/o espontánea). La forma e interacción entre los diversos actores refleja la calidad del sistema y afecta a cada uno de sus componentes; así como al sistema como totalidad”* (Whittingham Munévar, 2010).

Con base en lo expuesto por Whittingham, la gobernanza desde lo público se refiere a la capacidad del gobierno para cumplir sus funciones, así como para ejercer su autoridad y controlar las acciones de sus gobernados. Actualmente, el concepto se refiere más a la capacidad de una sociedad para ser gobernada. De tal manera que, un gobierno eficiente, con alta gobernabilidad, será un mejor moderador de las relaciones de gobernanza; pero de igual manera, la sociedad civil es un actor central de la nueva gobernanza. La gobernabilidad es de alguna manera, una condición para promover una gobernanza democrática; y a su vez, formas de gobernanza democráticas fortalecerán la gobernabilidad (Whittingham Munévar, 2010).

De acuerdo con las definiciones anteriormente expuestas, se analizaron cuatro posibles impactos que se pueden presentar desde la gobernanza, los cuales son: i) Grandes expectativas de inversiones en la región sin tener claras las políticas de inversión nacionales para la expansión de la infraestructura de transmisión del sector eléctrico, ii) Generación de expectativas frente a los procesos consultivos con comunidades étnicas que generan altos

costos en la fase de desarrollo de los proyectos, iii) Relacionamiento con los actores consultados puede generar tensiones con los ejecutores de proyectos, y por último, iv) Ausencia en la articulación de las políticas nacionales con las locales que no promueven la cohesión territorial.

En cuanto al primer impacto, denominado *Grandes expectativas de inversiones en la región, sin tener claras las políticas de inversión nacionales para ampliar la infraestructura de transmisión del sector eléctrico*, hace referencia especial a las expectativas que se generan en los inversores internacionales cuando existen iniciativas de gobiernos para apalancar y desarrollar grandes proyectos. El problema radica en que el gobierno deberá contemplar la necesidad y urgencia de expandir la infraestructura de transmisión del sector eléctrico que abarque y atienda la demanda posible que se generará cuando los parques eólicos costa afuera están en desarrollo y luego en operación. Si esto no es resuelto de primera mano, se generará una especulación en la generación de proyectos sin que estos puedan vender su energía y distribuirla al sistema nacional de energía. En este punto, la gobernanza juega un papel clave en la reducción de la incertidumbre, lo que a su vez puede influir en el nivel de inversión en energía eólica marina y el impacto posterior de la energía eólica marina en el bienestar.

Es fundamental generar escenarios de confiabilidad desde el gobierno nacional en sus políticas intersectoriales y en la planificación minero-energética del país en donde exista el compromiso de atender las necesidades y requerimientos necesarios para el desarrollo de los proyectos de energía eólico costa afuera. Es decir, hay que concebir, formular e implementar medidas habilitantes para el desarrollo de la energía eólica costa afuera y la infraestructura de transmisión.

El segundo impacto, *generación de expectativas frente a los procesos consultivos con comunidades étnicas en la fase de desarrollo de los proyectos*, hace relación a las altas expectativas que se presentan desde las organizaciones étnicas y otros actores sociales, frente a las consultas previas y los costos de las rutas metodológicas que se asocian a los procesos consultivos. Estos costos deben ser asumidos por las empresas y contemplarse dentro de los presupuestos de desarrollo de los proyectos, pero a su vez, deberán ser costos medibles que no superen la capacidad financiera de los proyectos. Por otro lado, para manejar las expectativas, es necesario trabajar con el gobierno local y nacional, para que las consultas sean escenarios de diálogo transparentes y legítimos donde empresas y comunidades se sientan con garantías en las negociaciones acordadas.

El *relacionamiento con los actores consultados puede generar tensiones con los ejecutores de proyectos*, es el tercer impacto que está relacionado directamente con el impacto explicado anteriormente. Los procesos de relacionamiento social y comunitario son procesos fundamentales para el desarrollo efectivo de los proyectos en los territorios. Las comunidades y los actores sociales se convierten en vecinos de los proyectos y la generación de un buen ambiente de convivencia depende de los procesos de relacionamiento que implemente la empresa. Las empresas deberán constituirse proactivamente en un actor social que participe en los procesos socioculturales de la comunidad y contribuir al mejoramiento de la calidad de

vida de las personas (AED, 2016). Y deberán minimizar los riesgos de operación y gestionar adecuadamente sus impactos a través de soluciones innovadoras y sostenibles, siempre con la presencia y activa participación proactiva de las entidades gubernamentales locales como garantes para que la gobernabilidad y gobernanza se construye paralelamente en los procesos de relacionamiento social y el desarrollo de los proyectos.

En cuanto al cuarto y último impacto contemplado dentro de la gobernanza está la *ausencia en la articulación de las políticas nacionales con las locales que no promueven la cohesión territorial*. Este impacto se refiere a la falta de alineación y coordinación entre las políticas implementadas a nivel nacional y aquellas aplicadas a nivel local, lo que conlleva a una desconexión y falta de integración en términos territoriales. Cuando las políticas nacionales y locales no están en sintonía, se dificulta la cohesión territorial, es decir, la capacidad de diferentes regiones o áreas dentro de un país para trabajar juntas de manera armoniosa y coordinada hacia objetivos comunes.

Según la CEPAL la cohesión territorial es el objetivo estratégico de integración de las políticas de desarrollo, que busca el crecimiento económico, la equidad social, la sostenibilidad ambiental y la gobernanza política de la sociedad, por medio de un equilibrio armónico de los proyectos de desarrollo de cada una de las unidades espaciales que conforman un sistema territorial integrado (Silva y Echavarría, 2014).

Esta falta de cohesión territorial puede manifestarse en varios aspectos:

- Desarrollo desigual: Las regiones pueden experimentar un crecimiento económico dispar debido a la falta de políticas coherentes que aborden las necesidades específicas de cada área.
- Desconexión en la prestación de servicios: La falta de coordinación entre los niveles de gobierno puede resultar en la duplicación de esfuerzos en la ejecución de las políticas públicas y cumplimiento de las obligaciones dadas por ley en servicios públicos esenciales o, peor aún, en la falta de cobertura de dichos servicios.
- Confusión y falta de orientación: Los ciudadanos pueden sentirse desorientados sobre qué políticas seguir o cuáles son las prioridades gubernamentales, lo que puede generar descontento y desconfianza de los ciudadanos en el sistema político.
- Inequidad en la distribución de recursos: Sin una coordinación efectiva entre los niveles de gobierno, es posible que los recursos se asignen de manera desigual, beneficiando a unas regiones en detrimento de otras.

El sector energético, al promover el desarrollo de proyectos eólicos costa afuera, deberá afrontar este impacto a través del establecimiento de mecanismos efectivos de coordinación y colaboración entre los niveles de gobierno, así como promover la participación de las comunidades locales en la formulación y ejecución de políticas. Esto puede ayudar a garantizar una distribución equitativa de recursos y servicios, así como a fomentar un desarrollo territorial más equilibrado y sostenible.

5.6.1 DÓNDE VIVIMOS

La gobernanza se refiere al proceso mediante el cual se ejerce el poder y se toman decisiones en una determinada área geográfica, en donde vivimos. Este proceso no solo implica al gobierno central, sino también a diferentes actores e instituciones a nivel local, regional y nacional, como lo hemos mencionado anteriormente. Desde esta perspectiva se identificaron dos impactos relevantes que inciden en “el lugar donde vivimos” desde la gobernanza, que son: i) Las compensaciones económicas derivadas de las consultas previas y procesos participativos pueden tener un impacto positivo sobre las comunidades étnicas y no étnicas y ii) se desconoce hasta donde trascenderán los impactos sobre el paisaje en la costa, principalmente, en cómo se afectarían las actividades turísticas y recreativas en el área costera.

El primer impacto se refiere a los beneficios económicos que pueden surgir por consultas previas y procesos participativos, especialmente en comunidades étnicas y no étnicas. Estas consultas y procesos participativos suelen llevarse a cabo cuando se planifican proyectos o políticas que afectarán a estas comunidades de manera directa o indirecta, como proyectos de desarrollo, extracción y utilización de recursos naturales, infraestructura, entre otros.

Este impacto se valora positivamente, porque las compensaciones económicas buscan mejorar las condiciones y calidad de vida, donde las comunidades pueden acceder a recursos y servicios para formular proyectos que promuevan el mejoramiento de la vida de su colectivo, infraestructura básica, educación, salud y vivienda.

Las compensaciones y sus proyectos derivados deberán promover el desarrollo local, en donde estos fondos pueden destinarse al desarrollo económico local, mediante la creación de empleo, el apoyo a pequeñas empresas y proyectos comunitarios, y la mejora de la infraestructura local.

Otro objetivo de estas compensaciones es fortalecer capacidades, que pueden financiar programas de capacitación y desarrollo de habilidades que empoderen a las comunidades para participar eficazmente en la toma de decisiones y gestionar sus recursos sostenibles. En el caso de comunidades étnicas, las compensaciones pueden contribuir a la preservación y promoción de su cultura, tradiciones y conocimientos ancestrales.

Al proporcionar beneficios tangibles a las comunidades afectadas, las compensaciones pueden ayudar a reducir los conflictos sociales y tensiones que a menudo surgen cuando los proyectos o políticas se implementan sin el consentimiento o la participación adecuada de las comunidades locales.

Es importante destacar que las compensaciones económicas por sí solas no siempre son suficientes para garantizar el bienestar y la sostenibilidad de las comunidades. Es fundamental que estas compensaciones se acompañen de un proceso de consulta previa transparente, respetuoso y oportuno, así como de medidas para garantizar la equidad, la justicia y el respeto de los derechos humanos y ambientales de todas las partes involucradas.

El segundo impacto al cual se hace referencia está asociado al impacto paisajístico en donde existe la incertidumbre acerca de la extensión y alcance de los efectos provocados por proyectos de generación de energía eólica costa afuera en el paisaje costero, especialmente en relación con su impacto potencial en las actividades turísticas y recreativas en esa área.

Cuando se implementan proyectos de generación de energía eólica costa afuera, se instalan aerogeneradores en el mar para aprovechar la energía del viento. Estos proyectos pueden tener varios efectos sobre el paisaje costero y las actividades turísticas y recreativas asociadas:

- **Alteración visual del paisaje:** La instalación de aerogeneradores costa afuera puede cambiar significativamente la apariencia del paisaje costero, especialmente si los aerogeneradores son visibles desde la costa. Esto podría afectar la estética del área y disminuir su atractivo para los turistas que buscan entornos naturales intactos y pintorescos. Sobre este punto se recomienda tener los aerogeneradores a una distancia determinada (superior a 10 km costa adentro) para disminuir al máximo el impacto visual y paisajístico. Ver Anexo C.
- **Cambios en la accesibilidad y seguridad:** La presencia de infraestructura asociada con proyectos eólicos costa afuera, como plataformas de aerogeneradores, subestaciones, cables submarinos y boyas de navegación, puede alterar la accesibilidad y la seguridad de las actividades recreativas en el área costera, como la navegación y el surf, y la pesca.

Para abordar estos impactos, es importante realizar evaluaciones integrales de impacto ambiental y social antes de la implementación de proyectos eólicos costa afuera. Además, la consulta pública y la participación de las partes interesadas, incluidas las comunidades locales y las industrias turísticas, son fundamentales para comprender y abordar adecuadamente las preocupaciones y necesidades relacionadas con el desarrollo de energía eólica costa afuera.

5.7 CONCLUSIONES

A continuación, se resumen los hallazgos antes mencionados:

Tabla 5-2 Resumen de hallazgos sobre impactos

CINCO CAPITALES	COMPONENTES	IMPACTOS
Capital Financiero	La economía	Impactos positivos: Inversiones de CAPEX local para el escenario alto de 9 GW a 2050 sería de 13.500 millones de dólares aproximadamente o 2.240 millones de dólares para escenario bajo de 1.5 GW EL OPEX estimado en el escenario alto se esperaría para 2050 de 1.062 millones de dólares y para ese mismo año, pero en el

CINCO CAPITALES	COMPONENTES	IMPACTOS																
		<p>escenario bajo sería del orden de 177 millones de dólares</p> <p>Las transferencias del 2% para el escenario bajo se estiman en 1.02 millones de dólares en promedio anual frente a 3.6 millones de dólares anuales para el escenario alto.</p>																
Capital Manufacturado	La economía	<p>Impacto positivo, pero limitado</p> <p>La mayoría de las componentes de las turbinas son importados. La desagregación de componentes podría identificar oportunidades de fabricación y suministro local. Esto entendiendo que solo el 10% de los suministros de los sistemas de balance podrán ser nacionales.</p> <p>Las inversiones portuarias para el desarrollo de los parques eólicos pueden tener beneficios para otras industrias que requieren también se insumos importados o canales de exportación.</p> <p>El mejoramiento de las redes de transmisión eléctrica incrementa la seguridad energética</p>																
	Lo que hacemos	<p>Impacto positivo</p> <p>Las inversiones portuarias y de manufactura de componentes localmente son nuevas oportunidades de trabajo.</p>																
	Donde vivimos	<p>Impacto no claro</p> <p>El impacto que tengan las actividades de montaje, operación y mantenimiento de los parques eólicos producirá impactos positivos y negativos por identificar.</p>																
Capital Humano	Lo que hacemos	<p>Impacto positivo</p> <p>De acuerdo con cada escenario de expansión se generarán la siguiente cantidad de empleos promedio anuales:</p> <table><tr><th>Tipo de empleo</th><th>Escenario Alto FTE/anual</th><th>Escenario Bajo FTE/anual</th><th>Escenario primera ronda</th></tr><tr><td>Directo</td><td>2.772</td><td>461</td><td>483</td></tr><tr><td>Indirecto</td><td>3.014</td><td>516</td><td>642</td></tr><tr><td>Inducido</td><td>1.868</td><td>309</td><td>354</td></tr></table> <p>Impacto negativo</p> <p>La no formalización de la economía local imposibilita las contrataciones por parte de grandes empresas, ya que estas requieren</p>	Tipo de empleo	Escenario Alto FTE/anual	Escenario Bajo FTE/anual	Escenario primera ronda	Directo	2.772	461	483	Indirecto	3.014	516	642	Inducido	1.868	309	354
Tipo de empleo	Escenario Alto FTE/anual	Escenario Bajo FTE/anual	Escenario primera ronda															
Directo	2.772	461	483															
Indirecto	3.014	516	642															
Inducido	1.868	309	354															

CINCO CAPITALES	COMPONENTES	IMPACTOS
		cumplir con regulaciones estrictas y estándares legales para operar.
	Educación y habilidades	<p>Desajuste entre oferta y demanda de habilidades por falta de programas educativos adecuados. Pérdida de oportunidades para estudiantes debido a la falta de programas educativos especializados.</p> <p>Desconexión entre educación y empleo generando una falta de alineación entre lo que se enseña en las instituciones educativas y lo que se requiere en la industria.</p> <p>Reducción del crecimiento sostenible, la falta de programas educativos puede ralentizar la transición de la matriz energética.</p> <p>Como impacto positivo, se puede resaltar la preparación de la fuerza laboral, las instituciones educativas pueden fomentar la investigación y el desarrollo (I+D) en tecnologías eólicas marinas. La capacitación continua y especializada en la educación no formal permite a los profesionales de la industria actualizar sus conocimientos y habilidades de manera continua, adaptándose a las nuevas tecnologías y metodologías.</p> <p>Desarrollo económico y social, donde la creación de programas educativos especializados puede generar empleos y oportunidades económicas en regiones costeras.</p> <p>Impacto negativo</p> <p>La no certificación de estudios técnicos en la región Caribe Central imposibilita el acceso a mejores oportunidades laborales y frena el desarrollo profesional de muchos trabajadores. Sin una validación oficial de sus competencias, estos individuos enfrentan dificultades para demostrar su capacidad ante potenciales empleadores, quienes prefieren candidatos con credenciales reconocidas.</p>

CINCO CAPITALES	COMPONENTES	IMPACTOS
	Finanzas personales	Impacto positivo Oferta de empleos directos e indirectos locales en fases como Instalación y Conexión a Red, y O&M. Así como aumento en empleos inducidos.
	Salud	Impacto positivo Existe una ganancia para la población en general y es la mitigación de gases de CO ₂ por la generación con FNCER Impactos no claros Puede haber preocupación por la seguridad de los trabajadores en alta mar pero este riesgo se controla con protocolos SST específicos.
Capital Social	Bienestar personal	Impactos mixtos i) Alteración en las actividades de recreación ii) Cambio en la calidad visual del paisaje iii) Generación de empleo en diversas etapas de los proyectos lo cual puede impulsar la economía local y proporcionar oportunidades de empleo en comunidades costeras que pueden enfrentar desafíos económicos. iv) Mitigación del cambio climático y preservación del medio ambiente.
	Dónde vivimos	Impactos mixtos i) Afectación de recursos naturales necesarios para las actividades de subsistencia ii) Aumento/Disminución del valor de la tierra iii) Incremento o disminución de la infraestructura de transporte
	Qué hacemos	Impactos mixtos: i) Alteración de programas y proyectos productivos comunitarios existentes ii) Alteración de actividades productivas y económicas tradicionales (turismo, pesca, etc.) iii) Alteración en la dinámica del empleo iv) Aumento/Disminución de la oferta y demanda de bienes y servicios
	Nuestras relaciones	Impactos mixtos: i) Generación o alteración de conflictos socioambientales ii) Generación de expectativas iii) Alteración en la organización comunitaria iv) Alteración en el relacionamiento entre los ciudadanos y las instituciones

CINCO CAPITALES	COMPONENTES	IMPACTOS
		<p>v) Alteración en la dinámica poblacional</p> <p>vi) Alteración en el entorno cultural (lugares sagrados y sitios de interés cultural, prácticas culturales, tradiciones y costumbres, áreas de interés arqueológico)</p>
Capital Natural	Medio ambiente	<p>Socavación del lecho marino</p> <p>Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas al aire</p> <p>Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera</p> <p>Alteración a la calidad del recurso hídrico marino</p> <p>Afectación a las aves por colisión con las turbinas y pérdida de hábitat</p>
	Servicios de aprovisionamiento	<p>Aumento en poblaciones de peces y mariscos por formación de arrecifes artificiales</p> <p>Afectación a las especies comerciales debido a los campos electromagnéticos y ruido</p>
	Soporte y regulación de servicios ecosistémicos	<p>Aumento en la remediación debido al aumento de mejillones</p> <p>Mayor abundancia de peces, con menor diversidad de especies</p> <p>Posible cambio en la composición de sedimentos</p>
	Servicios culturales	<p>Cambio en el paisaje y el patrimonio visual</p> <p>Impacto en sitios arqueológicos submarinos</p> <p>Efecto en comunidades pesqueras tradicionales</p> <p>Cambios en el uso del territorio y del mar</p> <p>Beneficios culturales y educativos</p>
Gobernanza	Gobernanza	<p>i) Grandes expectativas de inversiones en la región sin tener claras las políticas de inversión nacionales para la expansión de la infraestructura de transmisión del sector eléctrico,</p> <p>ii) Generación de expectativas frente a los procesos consultivos con comunidades étnicas que generan altos costos en la fase de desarrollo de los proyectos,</p> <p>iii) Relacionamiento con los actores consultados puede generar tensiones con los ejecutores de proyectos, y por último,</p> <p>iv) Ausencia en la articulación de las políticas nacionales con las locales que no promueven la cohesión territorial.</p>

CINCO CAPITALES	COMPONENTES	IMPACTOS
	Donde vivimos	<p>i) Las compensaciones económicas derivadas de las consultas previas y procesos participativos pueden tener un impacto positivo sobre las comunidades étnicas y no étnicas</p> <p>ii) Se desconoce hasta donde trascenderán los impactos sobre el paisaje en la costa, principalmente, en cómo se afectarían las actividades turísticas y recreativas en el área costera.</p>

6 REFERENCIAS

- ATKINS. (2019). *Offshore wind handbook*. Glasgow, UK: K&L GATES.
- BMU, M. d. (Septiembre de 2019). *Improving, Increasing and Facilitating Access to Renewable Energy (RE) Education and Training (E&T) in Latin-America (LA) - ETRELA*. Obtenido de <https://enerlac.olade.org/index.php/ENERLAC/issue/archive>
- Cambridge Econometrics . (2017). *Future UK Employment in the offshore wind industry*. Obtenido de AURA INNOVATION UK: <https://aura-innovation.co.uk/wp-content/uploads/2020/04/Cambridge-Econometrics-Future-UK-Employment-in-Offshore-Wind-June-2017.pdf>
- ERM. (2024). www.erm.com. Obtenido de <https://www.erm.com/globalassets/insights/documents/2023-global-offshore-wind-report.pdf>
- Forum for the future . (2020). www.forumforthefuture.org. Obtenido de Forum for the Future: <https://www.forumforthefuture.org/the-five-capitals>
- Hattam Caroline, T. H. (2015). *The Crown Estate*. Obtenido de Understanding the Impacts of Offshore Wind Farms on well-being: <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Hattam-et-al-2015.pdf>
- ILO, I. (2011). *Skills and Occupational Needs in Renewable Energy*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_166823.pdf
- IRENA, I. (Mayo de 2014). *The Socio-economic Benefits of Solar and Wind Energy*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2014/Socioeconomic_benefits_solar_wind.pdf
- Millennium Ecosystem Assessment (2003). Ecosystems and Human Well-Being*. (2005). Obtenido de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- NREL. (2020). *Workforce and Economic Development consideration from the operations and maintenance of wind power plants*. NREL.
- NREL. (December de 2022). NREL. Obtenido de 2021 Cost of Wind Energy : <https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/84774.pdf>
- NREL. (2022). *The Demand for a Domestic Offshore wind energy supply chain*. NREL.
- NREL, N. (Octubre de 2022). *U.S. Offshore Wind Workforce Assessment*. Obtenido de <https://www.nrel.gov/wind/offshore-workforce.html>
- Offshore Wind UK, b. (2023). *Offshore Wind Skills Intelligence Report 2023* . Offshore Wind, RenewableUK .

- QBIS. (Junio de 2024). *Socioeconomic impacts of offshore wind - Denmark*. Obtenido de <https://um.fi/documents/384951/0/presentation-socioeconomic-impacts-of-offshore-wind-24.06.2020-003.pdf/0fb793e9-b144-5691-f9fa-c12e0504985a?t=1593085726899>
- The Renewables Consulting Group & ERM. (2022). *Hoja de Ruta para el Despliegue de la Energía Eólica Costa Afuera en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética). (Abril de 2024). Recuperado el 26 de Abril de 2024
- UPME. (2024). *Actualización Plan Energético Nacional (PEN) 2022-2052 - Tomo 1*. Bogotá: UPME.
- WFO. (Abril de 2024). *wfo-global.org*. Obtenido de Global offshore wind report: <https://wfo-global.org/wp-content/uploads/2024/04/WFO-Report-2024Q1.pdf>
- World Bank . (2020). *Offshore Wind Development Program Offshore Wind Roadmap for Vietnam*. Obtenido de World bank: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/261981623120856300/pdf/Offshore-Wind-Development-Program-Offshore-Wind-Roadmap-for-Vietnam.pdf>
- World bank. (2005). *Ecosystems and human well-being*. Obtenido de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- World Bank. (2021). *offshore wind roadmap for Vietnam*. world bank.
- World Bank. (2022). *Hoja de Ruta para el despliegue de la energia eolica afuera de Colombia*.