

CUADERNOS ORKESTRA

ISSN 2340-7638

 <https://doi.org/10.18543/RTWM2847>

EL VALOR DE LAS REDES ELÉCTRICAS PARA LA COMPETITIVIDAD DEL PAÍS VASCO

Núm. 01/2025

 <https://doi.org/10.18543/IZOB2814>

Stephanía Mosquera López

Macarena Larrea Basterra

CUADERNOS ORKESTRA, núm. 01/2025

ISSN 2340-7638

 Colección: <https://doi.org/10.18543/RTWM2847>

 Cuaderno: <https://doi.org/10.18543/IZOB2814>

 Resumen ejecutivo en euskera: <https://doi.org/10.18543/SSPU1226>

 Resumen ejecutivo en inglés: <https://doi.org/10.18543/ZHAX2253>

© Stephanía Mosquera López, Macarena Larrea Basterra

© Instituto Vasco de Competitividad–Fundación Deusto

www.orquestra.deusto.es

Agradecimientos

Las autoras quieren mostrar su agradecimiento a todas las personas/instituciones que han participado en la revisión de una versión anterior de este documento, en particular a Roberto Álvaro Hermana de REE, a Mainer Bilbao Ozámiz de Ormazabal, a María del Carmen Delgado López de la Universidad Loyola, a Leonardo Hervás de CIDE, a José Ignacio Hormaeche del Clúster de Energía, a Unai Alaña, Javier Arriola, Isabel Loureiro y José Javier Rodríguez de Iberdrola por su revisión de un borrador de este trabajo; a Mikel Albizu Echevarria e Itziar García Blázquez de Orkestra por facilitarnos los datos de las ocupaciones y conocimientos y competencias asociados a sectores relacionados con las redes eléctricas; a Ibon Gil de San Vicente y Ander Sánchez Maudó, también de Orkestra, por la información facilitada sobre la propiedad de las empresas del sector de fabricación de bienes de equipo, a Nahia Martínez Vozmediano por su colaboración en la recopilación de información económica de las empresas del Clúster de la Energía del País Vasco, y a Jokin Txapartegi por su ayuda en la edición y revisión final del documento.

Las opiniones, análisis y comentarios recogidos en este documento reflejan la opinión de las autoras y no necesariamente de la institución a la que pertenecen. Cualquier error es únicamente atribuible a las autoras.

Índice

Resumen ejecutivo.....	6
Las autoras.....	12
Lista de Tablas	13
Lista de Figuras.....	14
Lista de Gráficos.....	15
Lista de Mapas.....	16
Lista de recuadros.....	17
Lista de abreviaturas y acrónimos.....	18
1. Introducción.....	21
1.1 El papel de las redes para la transición energética y la descarbonización de la economía	21
1.2 Determinantes de la inversión en redes	22
1.3 Marco de análisis de la competitividad territorial para el bienestar	25
1.4 Objetivo del estudio	27
2. Valor de las redes eléctricas a la luz del marco de competitividad territorial.....	28
2.1 Contexto estructural.....	29
2.2 Resultados económico-empresariales.....	31
2.2.1 <i>Impacto sobre el PIB.....</i>	<i>31</i>
2.2.2 <i>Impacto sobre los costes energéticos agregados y la rentabilidad de las empresas.....</i>	<i>32</i>
2.2.3 <i>Impacto sobre la balanza comercial y de pagos.....</i>	<i>35</i>
2.2.4 <i>Nuevos modelos de negocio ligados a la digitalización de las redes, la gestión de la energía y la flexibilidad de los recursos energéticos</i>	<i>39</i>
2.3 Resultados de bienestar	41
2.3.1 <i>Impacto sobre la factura energética.....</i>	<i>41</i>
2.3.2 <i>Generación de empleo de calidad</i>	<i>42</i>
2.3.3 <i>Impacto medioambiental y sobre la salud positivo.....</i>	<i>44</i>
2.3.4 <i>Inclusividad</i>	<i>46</i>
2.4 Palancas dinámicas	48
2.4.1 <i>Capital natural</i>	<i>48</i>
2.4.2 <i>Capital físico.....</i>	<i>51</i>
2.4.3 <i>Financiación</i>	<i>56</i>
2.4.4 <i>Conocimiento.....</i>	<i>65</i>
2.4.5 <i>Capital humano</i>	<i>71</i>

2.4.6	<i>Capital social e institucional</i>	78
3.	Necesidades de inversión en redes y oportunidades para empresas del País Vasco	83
3.1	Necesidades de inversión en la Unión Europea.....	84
3.2	Necesidades de inversión en España.....	87
3.3	Oportunidades para las empresas del País Vasco	91
3.3.1	<i>Cadena de valor de las redes eléctricas en la CAPV</i>	91
3.3.2	<i>Multiplicadores económicos de las ramas relacionadas con las empresas de la cadena de valor</i>	95
4.	Retos para la creación de valor por las redes eléctricas. Principales recomendaciones.....	98
	Bibliografía	104

Resumen ejecutivo

Sin la adecuada planificación e inversión de las redes eléctricas no será posible la integración de las renovables en el sistema eléctrico o de otras infraestructuras relacionadas con el hidrógeno y la captura, almacenamiento y uso del CO₂. Sin ello, tampoco será posible avanzar en la descarbonización, ni se podrá cubrir el aumento de la demanda resultante de una mayor electrificación del transporte, la industria o los edificios.

El impacto que puede tener el desarrollo de las redes eléctricas sobre la competitividad de un territorio está determinado por su contexto estructural. En el caso de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) la industria es especialmente importante y requiere garantía y calidad en el acceso a energía segura y limpia. Además, el territorio cuenta con un sector empresarial y de I+D+i altamente especializado en materia de redes eléctricas.

El Clúster de Energía del País Vasco (ACE) cuenta con más de 80 empresas y entidades en el ámbito de las redes (operadores energéticos, fabricantes de equipos y componentes, ingenierías, empresas de servicios, agentes de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación y agencias públicas del Gobierno Vasco) que, en 2022, empleaban a alrededor de 6.222 personas, con una facturación de 18.000 millones de euros, y una inversión de 78,6 millones de euros en investigación y desarrollo (I+D).

Cadena de valor de las redes eléctricas en el País Vasco



Fuente: elaboración propia a partir de Clúster de Energía.

Para analizar el valor de las redes eléctricas para la competitividad de las empresas de la CAPV, así como su efecto tractor sobre otros sectores y empresas, y su potencial para mejorar la competitividad y el bienestar territorial, se aplica el marco de análisis de competitividad para el

bienestar de Orkestra, poniendo el foco en: (i) los resultados económico-empresariales; (ii) los resultados de bienestar y (iii) las palancas dinámicas de competitividad y bienestar.

Resultados económico-empresariales

La inversión en redes eléctricas beneficia directamente a sectores industriales como el de material y equipo eléctrico, equipos inalámbricos, sistemas de tecnología de la información, comunicación y computación y los servicios de análisis avanzados como los técnicos, científicos y de consultoría. En 2022, estos sectores representaron alrededor del 7,78 % del PIB del País Vasco. Las exportaciones de transformadores eléctricos, convertidores estáticos y bobinas de reactancia fueron una de las 25 principales partidas exportadas en 2023. Además, con respecto a 2022, fue la partida que mayor incremento tuvo en las exportaciones (+42 %).

Igualmente, la inversión en redes genera beneficios indirectos (a través de la reducción en costes) sobre los sectores industriales intensivos en energía como: (i) la metalurgia y los productos metálicos (6,59 % del PIB en 2022); (ii) el caucho, plásticos y otros minerales no metálicos (1,82 %) y (iii) la madera, el papel y artes gráficas (0,88 %). Además, las redes eléctricas son fundamentales para avanzar en la descarbonización de los procesos térmicos de estos sectores, que producirá un aumento en su demanda de electricidad.

La inversión en renovables y la electrificación se espera que, en general, disminuyan los costes energéticos de las empresas¹. A pesar de que lo anterior requiere nuevas inversiones en redes, no se espera un aumento de los costes debido al incremento en su uso. Cualquier reducción de los precios de la energía, y en particular de la electricidad, repercutirá positivamente en los márgenes de las empresas.

El desarrollo de las redes eléctricas se espera que tenga un impacto positivo sobre la balanza comercial, por un lado, por un menor coste de las importaciones de energía, y, por otro lado, por un incremento en las exportaciones de los sectores intensivos en energía y emisiones y del sector de material y equipo eléctrico.

Por último, la inversión en redes a nivel mundial también puede generar un incremento del atractivo del País Vasco para inversores externos, pudiéndose ver afectada, en algún caso, la inversión extranjera directa (IED) en sectores de alto consumo eléctrico que requieran acceso a potencias eléctricas elevadas (por ejemplo, electrolizadores y centros de datos) y, en menor medida, en los sectores de fabricación de material y equipo eléctrico, telecomunicaciones, consultoría y servicios de información, e investigación y desarrollo. Estos sectores recibieron entre 2014-2021 una inversión estimada de 2.304 millones de euros.

¹ Las inversiones en renovables y redes facilitarán la electrificación de consumos (climatización de edificios, vehículo eléctrico, procesos industriales) con lo que impactarán en la reducción de emisiones de GEI. Para muchas empresas esto significará además una reducción de costes, pero no en todos los casos. Dependerá del tipo de proceso, de los consumos asociados y de las inversiones necesarias para electrificar el consumo, entre otros.

Resultados de bienestar

La mayor inversión en redes afecta a los hogares por dos vías complementarias: (i) posibilita la disminución de la factura de la luz y (ii) promueve mejoras en la eficiencia energética residencial.

No obstante, en 2022, la crisis energética impulsó el gasto en energía de los hogares, que pasó de representar el 6,2 % como promedio de 2017-2021 al 7,2 % del presupuesto familiar en la CAPV.

En este contexto, en 2023, el 11,5 % de la población no pudo permitirse mantener su vivienda con una temperatura adecuada durante el invierno. Dado que los precios elevados de la energía son uno de los factores determinantes de la pobreza energética en Europa, una reducción de estos puede contribuir a su mitigación.

Por otro lado, el desarrollo de las redes de distribución tendrá impactos positivos en diferentes ámbitos. En primer lugar, permitirá el empoderamiento de los consumidores al tener la oportunidad de participar en el sistema eléctrico de manera activa.

En segundo lugar, creará puestos de trabajo directos e indirectos en redes de distribución eléctrica que, en muchas ocasiones, tienen niveles salariales por encima del promedio de la economía (en 2021, 39.204 euros anuales). En 2021, había alrededor de 2.500 personas en el sector de energía eléctrica, gas y vapor, de las que una parte están en el área de gestión y operación de las redes eléctricas. En el ámbito de la fabricación de material y equipo eléctrico y de productos informáticos y electrónicos había 16.535 personas, en telecomunicaciones e informática 17.417, en consultoría 38.946 y en I+D 8.681. Por las características de estos puestos y el desarrollo tecnológico necesario surgirán nuevas oportunidades de aprendizaje y formación.

En tercer lugar, la inversión en redes permitirá una reducción de las emisiones de CO₂ y de partículas contaminantes, lo que mejorará la calidad del aire, y reducirá las muertes prematuras y los costes relacionados con afecciones derivadas de la contaminación.

Palancas dinámicas de competitividad y bienestar

Las palancas dinámicas son elementos sobre los que actuar para poder mejorar la competitividad y que, como consecuencia, repercuten en el desempeño del territorio. A continuación, se describen los principales elementos relacionados con cada una.

Palancas dinámicas para la mejora de la competitividad territorial asociadas a las redes eléctricas



Capital natural

- 581 MW renovables en 2023
- Potencial de renovables del 27,9 % del consumo final de energía en 2030
- Reducido potencial eólico y nivel de radiación solar
- Escasez de materias primas minerales



Capital físico

- 4.430 km de líneas de alta y muy alta tensión
- Más de 18.600 km de líneas de media y baja tensión
- 11.916 centros de transformación en servicio
- 165 subestaciones
- Nivel de calidad de servicio por encima de la media nacional
- 120 millones de euros de inversión prevista
- Adaptación al cambio climático



Financiación

- Clave para la inversión
- Actividad y remuneración regulada
- Actividad no exenta de riesgos por la regulación
- El papel de los Gobiernos es importante pero el Gobierno no puede liderar el ecosistema de financiación



Conocimiento

- Necesidad de tecnologías digitales
- Centros de investigación y laboratorios
- Colaboración con la industria para la transferencia
- Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI)
- Excelencia científica, liderazgo tecnológico e industrial e innovación abierta



Capital humano

- Competencias y *skills*
- Ocupación: ingenieros eléctricos, electrónicos y telecomunicaciones: 7.392 ocupados
- FP: familias profesionales de electricidad y electrónica, energía y agua, informática y comunicaciones o instalación y mantenimiento
- Formación no reglada



Capital social e institucional

- Calidad institucional
- Marco jurídico estable y predecible
- Innovación regulatoria
- Colaboración y coordinación entre agentes
- Concienciación social
- Estrategia para la comunicación y aceptación social de los proyectos

Fuente: elaboración propia.

Las redes eléctricas son una infraestructura clave que permite poner en valor el **capital natural**, una de las seis palancas dinámicas para impulsar la competitividad territorial. No obstante, su desarrollo requiere materias primas minerales (entre ellas, materias primas críticas o fundamentales) de las que no se dispone en el territorio.

Aprovechar los recursos renovables supone nuevas inversiones en **capital físico** de redes, así como la adaptación de las existentes para garantizar su resiliencia ante el cambio climático. En este sentido, las redes disponibles actualmente fueron diseñadas bajo los criterios de los años setenta; están preparadas únicamente para absorber crecimiento vegetativo y no para los elevados requerimientos de electrificación actuales, tanto en cantidad como en potencia (generación renovable, electrificación del consumo y baterías).

Por ello, se necesita adoptar medidas para: (i) reforzar las conexiones entre las redes de transporte y de distribución; (ii) expandir la red de 132 kV y repotenciar la disponible; (iii) desarrollar nuevos centros de transformación y subestaciones así como redimensionar y mejorar la eficiencia de los existentes; (iv) cambiar el trazado de las líneas para evitar zonas inundables, incluida la elevación e impermeabilización de los equipos y (v) promover la eficiencia energética y el uso de conductores de resistencia más elevada.

La palanca de **financiación** es fundamental para garantizar los instrumentos adecuados para acometer las inversiones necesarias, teniendo en cuenta que la actividad y remuneración de las redes eléctricas está regulada. Además, debido a su larga tradición y madurez tecnológica, *a priori*, se considera una inversión con reducidos riesgos. Sin embargo, existen dificultades para establecer las remuneraciones definitivas y el coste del capital, restricciones al volumen de inversión reconocido y la ciberseguridad, entre otros. Los Gobiernos e Instituciones públicas son clave para la financiación, pero no pueden liderar el ecosistema financiero. Por ello, es

necesaria la participación de las entidades financieras privadas (i.e., bancos, inversores, financiación alternativa, compañías de seguros, consultoras, agencias calificadoras, etc.) así como otras fuentes, propias de las empresas del sector y del exterior (donde se necesita realizar esfuerzos de atracción de inversiones).

Por otro lado, hay que fomentar el **conocimiento** relacionado con las redes eléctricas, que permitan acelerar la transición. El reto es contar con laboratorios, industrias y centros universitarios, que colaboren y transfieran el conocimiento generado, se mantengan actualizadas y defiendan su liderazgo. La CAPV tiene una larga tradición en investigación en todos los eslabones de la cadena productiva de las redes eléctricas y cuenta con numerosos centros de I+D, laboratorios e instalaciones de testeo y certificación.

Para desempeñar actividades relacionadas con las redes eléctricas (e.g., técnicos en redes, programadores informáticos y técnicos en operaciones de sistemas informáticos), es esencial contar con el **capital humano** y desarrollar capacidades o *skills* que posibiliten su desempeño adecuado de los procesos de trabajo. Para ello, las universidades y los centros de formación profesional pueden contribuir aportando experiencia en inteligencia artificial y ciencia de materiales en sus planes de estudio.

En lo referente al **capital social e institucional** dos elementos clave son: (i) la calidad de las Instituciones públicas (que deben desarrollar un adecuado marco jurídico y de remuneración estable y predecible) y (ii) la cooperación y coordinación entre empresas y agentes. El marco regulatorio para las redes eléctricas debe permitir su desarrollo para avanzar en la descarbonización y mantenimiento de la industria. También se requiere simplificar y agilizar los procedimientos de tramitación y desarrollar mecanismos de innovación regulatoria que permitan testear nuevos servicios y modelos de negocio, limitar el riesgo y proporcionar información valiosa para guiar futuros cambios regulatorios (como los bancos de pruebas regulatorio o *sandboxes*).

Debido a que existe oposición social al desarrollo de infraestructuras energéticas, incluidas las redes, es fundamental fortalecer la cultura y concienciación en torno a la transición energética hacia la descarbonización, la eficiencia energética y el apoyo a las renovables.

Conclusiones sobre el valor de las redes eléctricas

Las redes eléctricas repercuten de forma importante en la competitividad del País Vasco dado que impactan en:

- El desempeño económico y empleo: Incremento de ingresos y valor añadido de las empresas manufactureras y proveedoras de servicios relacionados con las redes, generación de empleo y efecto tractor sobre otros sectores.
- Los costes energéticos y medioambientales: Ahorros en la factura energética, mayor seguridad de suministro, disminución de emisiones y cumplimiento de metas de descarbonización de las empresas.

- El comercio exterior y la balanza de pagos: Menores importaciones de combustibles fósiles acompañadas de mayores exportaciones de las empresas de equipos eléctricos y relacionadas y mayor atracción de IED.
- Los nuevos modelos de negocio debidos a la innovación: Despliegue de nuevos servicios o líneas de negocio como el almacenamiento de energía o los sistemas de calefacción eléctrica, desarrollo de nuevas cadenas de valor como la del hidrógeno, la digitalización y la automatización de procesos industriales.
- El bienestar de las personas: menor gasto en energía y mejoras en la salud e inclusividad.

Los impactos anteriores son clave para la transición hacia la descarbonización. Sin embargo, es necesario afrontar los siguientes retos para acometer nuevas inversiones:

- Disponer de una planificación actualizada de la red para el siglo XXI y la descarbonización.
- Facilitar los procedimientos para la obtención de los permisos mediante el desarrollo de ventanillas únicas, impulso de la digitalización del proceso, etc.
- Coordinar a los agentes en los procesos de ejecución de las obras
- Contar con un marco normativo y retributivo estables y previsibles; que resuelvan, entre otros, dificultades existentes relacionadas con el límite a la inversión, la tasa de retribución financiera, el aumento de inversiones anticipadas y la actualización de costes unitarios.
- Desarrollar una estrategia, en colaboración con empresas y la ciudadanía, que aborde la aceptación social y los elementos que la favorecen.
- Crear mecanismos de financiación de la cadena de valor.
- Promover el desarrollo de competencias asociadas a las redes eléctricas y atracción del talento.

Superar estos retos ayudará a que la inversión en redes se realice a la par que los esfuerzos para desplegar las energías renovables. Con esto no solo se avanzará en alcanzar los objetivos climáticos, sino que también permitirá incrementar la competitividad de las empresas y del territorio, aumentando su capacidad para atraer y retener actividad económica con altas necesidades de consumo energético y, por ende, de conexión a las redes. Además, ello permitirá la reducción en los precios de la energía, el desarrollo de la industria manufacturera de equipos y bienes eléctricos y la promoción de tecnologías innovadoras.

Todo esto promoverá la disminución de la brecha de productividad e innovación, pero solo será posible si se implantan a tiempo los incentivos necesarios (financieros-económicos, fiscales, de mercado, regulatorios, y de conocimiento y colaboración) para la inversión en infraestructuras eléctricas y su cadena de valor. Estos incentivos deben acelerar las inversiones en redes para aprovechar las oportunidades de descarbonización que ya está planteando la industria en el territorio, y que de no desarrollarse las redes podrían perderse con su consecuente impacto en la competitividad del País Vasco.

Las autoras

Stephanía Mosquera López

Investigadora del Lab de Energía y Medioambiente de Orkestra desde noviembre de 2022. Economista, magister en Economía Aplicada y Doctora en Ingeniería (Énfasis en Ingeniería Industrial) por la Universidad del Valle, Colombia. Su investigación se centra en los mercados de energía, especialmente en la modelación de los precios de la electricidad y el gas natural, medición y gestión de riesgos en los mercados y el impacto de variables climáticas. Tiene publicaciones en revistas especializadas de energía como Energy Economics, Energy Policy, Energy, Applied Energy, entre otras. En Orkestra ha participado en proyectos sobre la evolución de los precios minoristas de electricidad, el diseño del mercado eléctrico, la aceptación social de proyectos e infraestructuras energéticas y pobreza energética. Previamente, fue profesora en el Departamento de Finanzas de la Universidad EAFIT (Colombia) y en la Facultad de Economía de la Universidad del Valle (Colombia). Realizó su estancia doctoral en el Energy Center de EPFL (Suiza) y obtuvo el premio EEX Group Excellence Award en el 2019 por su artículo "Drivers of Electricity Price Dynamics: A Comparative Analysis of Spot and Futures Markets".

Macarena Larrea Basterra

Investigadora en el Lab de Energía de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad desde 2012. Doctora en Promoción y Desarrollo de Empresas por la Universidad del País Vasco, con la tesis "Internacionalización de los costes externos de la producción eléctrica". En Orkestra su trabajo de investigación se centra en las políticas energéticas, climáticas e industriales, en Europa, España y la Comunidad Autónoma del País Vasco. Ha participado en proyectos sobre precios de la energía, transición energética y retos de la política energética, especialmente en electricidad, aunque también en temas relacionados con el gas; la descarbonización de la economía, la economía circular, la fiscalidad energética y la financiación verde y los incentivos a la inversión en tecnologías limpias, en colaboración con diferentes instituciones, locales, nacionales e internacionales. Con anterioridad, trabajó en la Cátedra de Estudios Internacionales de la Universidad del País Vasco y obtuvo una beca de Especialización en las áreas de Asuntos Europeos y Cooperación Interregional del Gobierno Vasco. Ha publicado artículos en revistas académicas y de corte sectorial de diferentes áreas relacionadas con el sector energético y capítulos de libros. Tiene una amplia experiencia como ponente en conferencias y eventos del sector energético.

Lista de Tablas

Tabla 1 Potencial de aprovechamiento de energías renovables (MW)	49
Tabla 2 Equipamiento y CRM asociadas a las redes eléctricas inteligentes	50
Tabla 3 Redes de transporte de electricidad de la CAPV (2023).....	52
Tabla 4 Datos de capacidad de acceso de instalaciones (MW)	54
Tabla 5 Inversiones financieras a corto y largo plazo en millones de euros según la clasificación de actividades de Smart Grids Basque Country (2022).....	62
Tabla 6 Promedio de la ratio de apalancamiento financiero por rama de actividad relacionada con las redes eléctricas según la clasificación Smart Grids Basque Country (2022)	63
Tabla 7 Total inversiones financieras, activo total y patrimonio neto (millones de euros) de las actividades asociadas a las redes eléctricas según la clasificación Smart Grids Basque Country (2022)	64
Tabla 8 Porcentaje de personal ocupado, VAB y ventas netas según el contenido tecnológico de las actividades de Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos (02) y de Fabricación de material y equipo eléctrico, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de vehículos (06)	66
Tabla 9 Porcentaje de patentes sobre el total del País Vasco (media trienal).....	70
Tabla 10 Innovación en los establecimientos de la CAPV por rama de actividad (2020-2022) .	71
Tabla 11 Principales conocimientos y competencias esenciales para el ejercicio de ocupaciones relacionadas con las redes eléctricas	73
Tabla 12 Contenidos sobre redes eléctricas asociado a las familias profesionales relacionadas con las redes eléctricas en la CAPV	76
Tabla 13 Número de ocupaciones, según CNO a 4 dígitos, por indicador de potencial verde .	77
Tabla 14 Estimaciones de inversiones en redes eléctricas de distribución en Europa	86
Tabla 15 Total EBITDA (miles de euros), promedio de la ratio de liquidez, rentabilidad financiera (ROE) y rentabilidad económica (ROA) (2022)	94
Tabla 16 Encadenamientos hacia atrás	96
Tabla 17 Encadenamientos hacia delante	97

Lista de Figuras

Figura 1 Determinantes de la inversión en redes de distribución.....	24
Figura 2 Marco de análisis de la competitividad territorial para el bienestar	26
Figura 3 Áreas de impacto de las redes eléctricas sobre la competitividad empresarial	29
Figura 4 Palancas dinámicas del marco de análisis de la competitividad territorial	48
Figura 5 Recomendaciones para el diseño, implementación, seguimiento y evaluación de incentivos a la inversión en tecnologías limpias	60
Figura 6 Naturaleza de la propiedad de la empresa vs. tamaño de la empresa	61
Figura 7 Empresas y entidades del Clúster de la energía de la CAPV relacionadas con las redes	92

Lista de Gráficos

Gráfico 1 Coeficiente de especialización de los sectores de la economía (2021-2023).....	30
Gráfico 2 Evolución del excedente neto de explotación de sectores intensivos en energía y emisiones y en sectores relacionados con las redes eléctricas	35
Gráfico 3 Exportaciones de la CAPV de determinados grupos de productos	37
Gráfico 4 Precio mínimo, medio y máximo de la casación del mercado diario Mibel (euros / MWh)	39
Gráfico 5 Coste laboral por asalariado de la CAPV en 2021	43
Gráfico 6 Muertes prematuras por contaminación del aire (PM _{2,5}) (por 100 000 habitantes) ..	45
Gráfico 7 Personas que no pueden permitirse mantener la vivienda con una temperatura adecuada (%)	47
Gráfico 8 Personas con actitudes favorables a la instalación de parques de energía renovable (%)	79

Lista de Mapas

Mapa 1 Inversiones en la red de transporte de energía eléctrica 2021-2026 en la CAPV	53
Mapa 2 Nudos de 220 y 400 kV en la CAPV	55
Mapa 3 Relación de capacidades de I+D en la CAPV relacionada con las redes eléctricas	68
Mapa 4 Inversiones en la red de transporte de energía eléctrica 2021-2026 en España y beneficios asociados	89
Mapa 5 Localización de las empresas y entidades de la cadena de valor de las redes eléctricas por comarca (2022)	93

Lista de recuadros

Recuadro 1 Localización de nuevas empresas en el territorio	38
---	----

Lista de abreviaturas y acrónimos

ACE	Asociación Clúster de Energía del País Vasco
AIE/IEA	Agencia Internacional de la Energía / International Energy Agency
ANR	Autoridades Nacionales Reguladoras
APS	Escenario de Compromisos Anunciados / Announced Pledges Scenario
ARRA	Ley de Recuperación y Reinversión / American Recovery and Reinvestment Act
BEI	Banco Europeo de Inversiones
BIH4C	Basque Industrial Hub for Circularity
BIMEP	Biscay Marine Energy Platform
CAPV	Comunidad Autónoma del País Vasco
CC. AA.	Comunidades Autónomas
CCUS	Captura, almacenamiento y uso del carbono / Carbon capture, utilisation and storage
CLA	Coste laboral por asalariado
CNMC	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia
CNO	Clasificación nacional de ocupaciones
CRM	Materias primas críticas / Critical raw materials
DER	Recursos energéticos distribuidos / Distributed energy resources
DSO	Operadores del sistema de distribución de electricidad / Distribution system operator
EBITDA	Beneficios antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización / Earnings before interest, taxes, depreciation, and amortization
EPO	European Patent Office
ESCO	European Skills, Competences, Qualifications and Occupations

EY	Ernst & Young
GEI / GHG	Gases de efecto invernadero / Greenhouse gas
GRIP	Programa de Asociación Innovadora para la Resiliencia de la Red / Grid Resilience and Innovation Partnerships Program
GW	Gigavatios
H2	Hidrógeno
I+D	Investigación y desarrollo
IA/AI	Inteligencia Artificial
ICE	Motor de combustión interna / Internal combustion engine
ICL	Imperial College London
i-DE	Iberdrola Distribución Eléctrica
IED	Inversión extranjera directa
INE	Instituto Nacional de Estadística
IRA	Inflation Reduction Act
IVF	Instituto Vasco de Finanzas
LCOE	Coste energético nivelado / Levelized cost of electricity
Miteco	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
MPC / CRM	Materias primas críticas (fundamentales) / Critical raw materials
NDP	Planes de desarrollo de redes / Network development plan
NZBISC	Net-Zero Basque Industrial Supercluster
NZE	Escenario Cero Emisiones Netas en 2050 / Net Zero Emissions by 2050 Scenario
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PAC	Paris Agreement Compatible
PCTI	Plan de Ciencia Tecnología e Innovación

PGM	Metales del grupo del platino
PM	Material particulado
PNIEC NECP	/ Plan Integrado de Energía y Clima / National Energy and Climate Plan
PRTR	Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia
PTS	Plan territorial sectorial
Pymes	Pequeñas y medianas Empresas
RCDE-UE	Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE
RIS3	Estrategias de especialización inteligente
ROA	Return on Assets
ROE	Return on Equity
RTA	Ventaja Tecnológica Revelada
SPRI	Agencia Vasca de Desarrollo Empresarial
STEPS	Escenario de Políticas Declaradas / Stated Policies Scenario
TRL	Technology Readiness Level/ Nivel de madurez tecnológica
TSO	Operador del sistema de transporte de electricidad / Transport System Operator
UE / EU	Unión Europea / European Union
US\$	Dólares de Estados Unidos
VAB	Valor añadido bruto
WACC	Coste medio ponderado del capital
ZLS	Zonas de localización seleccionada

1. Introducción

1.1 El papel de las redes para la transición energética y la descarbonización de la economía

El desarrollo de las redes eléctricas (en adelante redes o redes eléctricas) es fundamental para llevar a cabo la transición sostenible y en particular la transición energética y para favorecer e incluso mejorar la competitividad tanto empresarial como del territorio.

En cuanto a la transición energética, en el World Energy Outlook de la IEA (2023c) se presentan las siguientes acciones clave para reducir las emisiones en 2030 a niveles que permitan la meta de restringir el incremento en la temperatura a 1,5 °C: triplicar la capacidad de energía renovable, duplicar los niveles de eficiencia energética, aumentar la electrificación y reducir las emisiones de metano procedentes de la explotación de combustibles fósiles.

Sin la adecuada inversión y planificación de las redes eléctricas no será posible la integración de las renovables en el sistema eléctrico², ni se podrá cubrir el incremento en la demanda de una mayor electrificación de sectores como el transporte, la industria³ o los edificios. De hecho, en la reciente COP 29 en Bakú, Azerbaiyán, se planteó la necesidad de duplicar las inversiones anuales en redes eléctricas y agregar o renovar 25 millones de kilómetros de redes para 2030 (Smart Grids Info, 2024c).

La inversión en redes, específicamente en redes de distribución, será lo que permitirá brindar flexibilidad al sistema energético a partir de recursos energéticos distribuidos (DER por sus siglas en inglés), incrementar la eficiencia energética mediante el despliegue de contadores inteligentes y la diversificación de la estructura de recarga de vehículos eléctricos, además de reforzar el rol activo de los consumidores finales en el sistema. En general, la planificación de las redes debe tener en cuenta y anticipar el crecimiento de los recursos distribuidos, los planes de descarbonización de los diferentes sectores económicos, y su relación con otras infraestructuras energéticas como el hidrógeno y la captura, almacenamiento y uso del CO₂ (IEA, 2023a).

² En efecto, las redes eléctricas constituyen actualmente el principal obstáculo para el desarrollo de la energía eólica, ya que no se están ampliando ni modernizando con la suficiente rapidez. Los problemas de la red eléctrica están relacionados, en parte, con los permisos y las cadenas de suministro, pero también con los incentivos y los modelos de negocio aplicados a las inversiones en la red. Los operadores de la red también deben organizar las peticiones de conexiones a la red que reciben actualmente (WindEurope, 2024).

³ De acuerdo con Fraunhofer ISI (2024), se ha infravalorado el papel de la electrificación directa en el ámbito industrial, en particular en sectores como el del papel o la alimentación, donde gracias a la rápida innovación, existe una amplia gama de tecnologías de electrificación industrial viable. Estima que, para 2035, la electrificación directa podría sustituir la gran mayoría de combustibles fósiles empleados en los procesos industriales que requieren calor, llegando a suministrar el 90 % de este.

Según los datos de la IEA (2023a), en 2022 al menos 3.000 gigavatios (GW) de proyectos de energía renovable se encontraban a la espera de la conexión a la red a nivel mundial, lo que refleja en parte que la inversión en redes se ha mantenido estática con alrededor de 300.000 millones de dólares de Estados Unidos (US\$) por año, mientras que la inversión en renovables se ha casi duplicado desde el 2010. En otras palabras, las redes se están convirtiendo en un cuello de botella de la transición⁴ y sin la inversión necesaria o retrasos en esta (debido entre otros a cuestiones burocráticas o sociales), se pueden poner en peligro las metas climáticas y energéticas, poniendo, por tanto, fuera del alcance la descarbonización de la economía mundial y la mitigación del cambio climático.

En este contexto, hay que tener en cuenta que las infraestructuras de redes pueden tardar entre 5 y 15 años en ser completadas (planificación, permisos, ejecución y puesta en servicio), mientras que los proyectos de energía renovables pueden tomar de uno a cinco años y menos de dos años en el caso de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos (IEA, 2023a). Por tanto, es necesario que la planificación y la evaluación de las inversiones en redes estén alineadas con los objetivos energéticos y climáticos a largo plazo, teniendo en cuenta la necesidad de que estas sean rentables y que pueden requerir cambios y/o adaptaciones a lo largo de su vida útil (que puede llegar a ser de hasta 40 años).

1.2 Determinantes de la inversión en redes

Las redes eléctricas de distribución requerirán refuerzos y capacidad adicional de transformación en subestaciones para integrar de forma efectiva el crecimiento previsto de la demanda (por la entrada en circulación de millones de vehículos eléctricos, la conexión de nuevos centros de datos, la electrificación de la industria, y la conexión de miles de bombas de calor) y asegurar la calidad del suministro (ante un aumento de la penetración de renovables y de autoconsumo, y de eventos climáticos extremos o desastres naturales) (Energía y Sociedad, 2023).

En particular, existen tres tipos de inversión en redes (EY & Eurelectric, 2024): (i) incrementar la capacidad de la red para desplegar energías renovables, (ii) renovar la infraestructura existente⁵ e (iii) integrar tecnologías avanzadas para una gestión y control eficiente de la red, así como para integrar una mayor demanda de electricidad presente y futura. Gracias al aumento de la flexibilidad de la demanda, así como a las mejoras en la gestión y control de las redes, se podría conseguir que las inversiones fueran menos cuantiosas de lo inicialmente previsto.

Aunque el foco del trabajo se encuentra en las redes de distribución, es relevante discutir que también se requerirán importantes inversiones en las redes de transporte y en las conexiones entre ambas redes. Estas inversiones permitirán (i) proveer interconexión a grandes plantas eólicas *offshore* y otras *onshore*, y plantas solares fotovoltaicas, (ii) incrementar la capacidad

⁴ Por ejemplo, en abril del 2024 se quedaron fuera de la planificación más de 6.000 MW de potencia solicitados por la industria en España (Periódico de la energía, 2024).

⁵ Alrededor del 40-55 % de la infraestructura de redes de distribución en la UE tendrá una edad superior a los 40 años para 2030 (Monitor Deloitte et al., 2021).

de transporte entre zonas de mercado para reducir la congestión, (iii) incrementar la resiliencia de la red de transporte ante el cambio climático y el despliegue masivo de renovables, (iv) desarrollar las conexiones transfronterizas, y (v) integrar y brindar apoyo a la red de hidrógeno y de captura, almacenamiento y uso del carbono (CCUS por sus siglas en inglés). En paralelo se buscará maximizar el uso de las redes existentes, lo que permitirá intervenciones más breves, menos tramitación y reducción del impacto local, entre otros.

En cuanto a las redes de distribución, siguiendo la clasificación de EY & Eurelectric (2024), los determinantes de la inversión se pueden dividir en seis categorías: (i) refuerzo impulsado por la demanda⁶, (ii) refuerzo impulsado por la generación, (iii) sustitución y renovación, (iv) resiliencia, (v) digitalización y automatización⁷, y (vi) medición inteligente (ver [Figura 1](#)).

⁶ Una de las vías para la descarbonización de la economía es la electrificación. En lo que se refiere a la industria, la actual transición está llevando a un aumento de la demanda de electricidad de sectores industriales que hasta ahora tenían procesos productivos dependientes de combustibles fósiles y cuya demanda de electricidad era muy reducida. De esta manera, se está produciendo una sustitución de estos combustibles que conlleva un aumento exponencial de la demanda eléctrica.

⁷ De acuerdo con IEA (2024b) la digitalización de las redes eléctricas mejora su rendimiento (reduce costes, pérdidas y robos), fiabilidad y seguridad; favorece el acceso y la asequibilidad, prepara el futuro (integración de renovables, planificación, etc.), optimiza la gestión de datos, y fomenta la gestión de la demanda y la electrificación.

Figura 1 Determinantes de la inversión en redes de distribución



Nota: medición inteligente podría estar bajo la categoría Digitalización y automatización, pero debido a que se centra en la gestión de la flexibilidad de la red de baja tensión, se ha optado por incluirla en una categoría separada.

Fuente: elaboración propia con base en ERT (2024), EY & Eurelectric, (2024), IEA (2023a), Monitor Deloitte et al. (2021).

En este sentido y para el caso de España, Energía y Sociedad (2023) estima la necesidad de “redes capaces de integrar 40.000 MW adicionales de renovables, almacenamiento, 5,1 millones de vehículos eléctricos, 300.000 bombas de calor que electrifiquen la calefacción, al menos 4.000 MW de electrolizadores y satisfacer las necesidades de un nuevo concepto de consumidor”. El éxito de la transición energética dependerá de que se facilite la inversión en el desarrollo y la adaptación de las redes eléctricas.

Sin embargo, como se verá más adelante, ya existen dificultades para invertir en redes y en el acceso a recursos para su desarrollo (por ejemplo, cables, electrónica de potencia, etc.). En los países desarrollados las principales barreras se refieren a la aceptación social de las

infraestructuras⁸, los procesos de concesión de permisos y administrativos que demoran la ejecución de los proyectos, y los riesgos regulatorios que pueden entorpecer las inversiones anticipadas⁹, así como el reconocimiento de los costes por los límites a la inversión y a la tasa de retribución. Por su parte, en los países con economías emergentes y en desarrollo las principales barreras son la salud financiera de las empresas públicas del sector eléctrico y los altos costes de capital (IEA, 2023a).

1.3 Marco de análisis de la competitividad territorial para el bienestar

La Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) es un territorio que a lo largo de su historia y en particular, a partir de la grave crisis de finales de los años setenta, que afectó a su tejido industrial, ha desarrollado una estrategia territorial alrededor de la industria como un sector fundamental de su economía.

De acuerdo con Orkestra (2021) desde entonces hasta la crisis financiera de 2008 las bases de la competitividad del territorio se basaron en lograr una competitividad inclusiva, donde se compita en eficiencia e innovación, bajo la dirección del gobierno regional, con una apuesta por una política clúster, infraestructuras tecnológicas y sistemas de formación avanzados.

En este contexto y el de la pandemia del COVID-19, Orkestra planteó un nuevo marco de análisis para la competitividad territorial para el bienestar que se recoge en la [Figura 2](#) y que constituye el marco de análisis del valor de las redes eléctricas para la competitividad del País Vasco que se aborda en este estudio.

El marco se organiza alrededor de las dimensiones de resultado económico-empresarial, que tradicionalmente han formado parte de los análisis de la competitividad, y de bienestar que, siendo de carácter multidimensional, representan el fin último de la competitividad territorial.

⁸ Más allá de contar con las inversiones necesarias y en los plazos adecuados, se debe implicar a la ciudadanía y a los diferentes agentes involucrados en los procesos de desarrollo de las infraestructuras de las redes eléctricas. Es necesario que estos comprendan la relación entre las redes y la transición energética, para así promover la aceptación social de las infraestructuras que deben desarrollarse (para más información sobre los determinantes y barreras de la aceptación social de proyectos de energía renovable ver Mosquera López & Fernández Gómez (2023)).

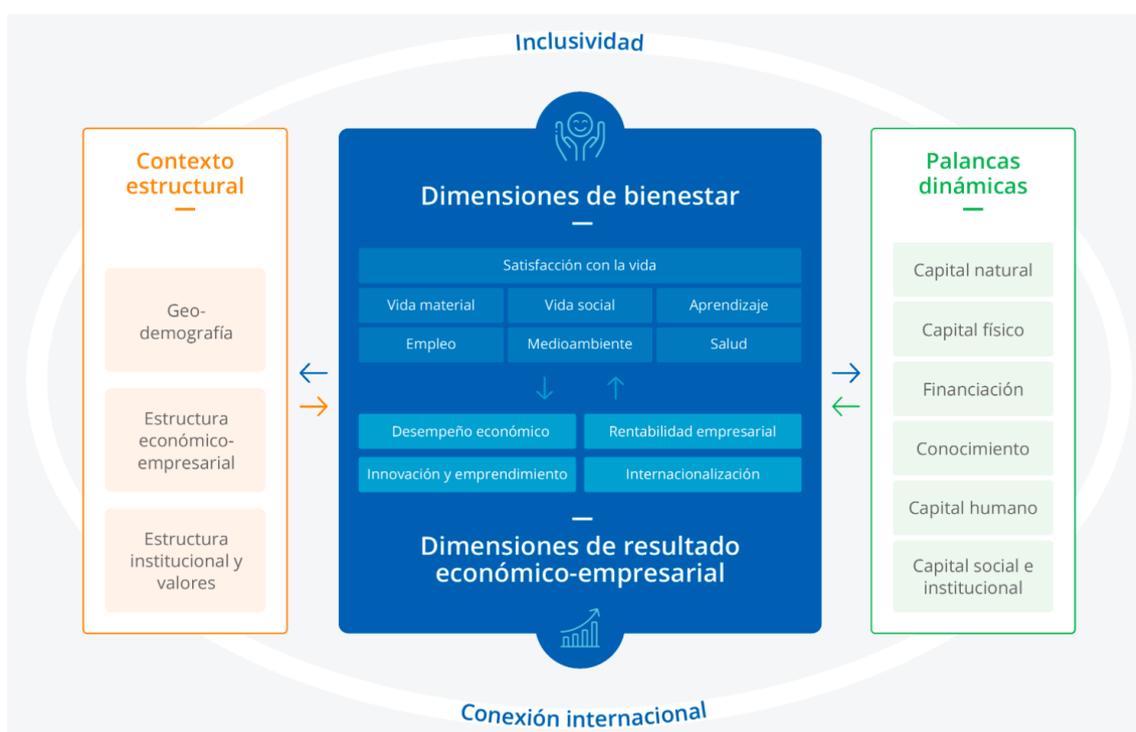
De hecho, las redes eléctricas pueden verse desde una perspectiva positiva para la mitigación de desastres naturales relacionados con el cambio climático, donde sirven de cortafuegos tras producirse incendios o apagones, como sucedió en Tenerife y la Gomera, respectivamente. Estos sucesos puntuales pueden contribuir a la aceptación social de las infraestructuras.

⁹ Las inversiones anticipadas deberían reconocerse y financiarse hasta que se conecte la demanda potencial que las retribuirá en el futuro. La inversión anticipada puede ayudar a los operadores de redes a conseguir un reconocimiento predecible y oportuno de los costes y evitar retrasos. Las autoridades regulatorias podrían ayudar desarrollando nuevas formas de impulsar la inversión innovadora y digital, como regulaciones basadas en resultados que favorezcan soluciones más eficientes (IEA, 2024b).

Los resultados económico-empresariales reflejan los resultados de las actividades desarrolladas en un territorio y tienen un carácter de resultados intermedios.

A la izquierda, se recogen aquellos elementos de contexto estructural del territorio objeto de análisis. Se trata de elementos inherentes al territorio, alguno de cuyos elementos puede ser objeto de cambio lentamente en el tiempo.

Figura 2 Marco de análisis de la competitividad territorial para el bienestar



Fuente: Orkestra (2021).

A la derecha, se encuentran seis palancas dinámicas de competitividad, o elementos sobre los que actuar para poder mejorar la competitividad y que, como consecuencia, repercuten en el desempeño del territorio. Las políticas y estrategias del territorio pueden incidir sobre estas palancas con el fin de marcar la dirección hacia donde se quiere dirigir el territorio y promover cambios en el medio y largo plazo sobre elementos del contexto estructural.

Estas seis palancas son: (i) el capital natural o factores del entorno que tienen impacto en la generación de valor económico y bienestar, (ii) capital físico o conjunto de activos tangibles que también pueden generar valor económico y bienestar, (iii) capital financiero, (iv) conocimiento y activos de tecnologías de la información, (v) capital humano entendido como la formación, salud y participación en el mercado laboral y (vi) capital social e institucional como sistema de reglas y organizaciones que estructuran las interacciones sociales.

1.4 Objetivo del estudio

Como se ha mencionado anteriormente, según Monitor Deloitte et al. (2021) las redes de distribución resultan un elemento fundamental para la transición energética debido a que son: (i) la base para la electrificación y la expansión de la capacidad de generación, (ii) el punto de conexión para las energías renovables que requieran acceso a la red, (iii) el facilitador de la flexibilidad y la gestión de la demanda, y (iv) la clave para permitir la participación de los consumidores en la transición.

Teniendo en cuenta lo anterior, así como la capacidad empresarial existente en la CAPV alrededor de las redes eléctricas, el objetivo de este trabajo es analizar el valor de las redes eléctricas para la competitividad de las empresas del País Vasco, así como su efecto tractor sobre otros sectores y empresas del territorio y otros beneficios y oportunidades para mejorar la competitividad territorial del País Vasco.

Para ello, buscará responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los impactos de la electrificación y la mayor inversión en redes sobre la competitividad de las empresas vascas y del País Vasco en conjunto?
- ¿Cuáles son las oportunidades para las empresas del País Vasco de la cadena de valor de las redes eléctricas derivadas de una mayor inversión en redes a nivel mundial y local?

Para responder a estas preguntas, en primer lugar, se analizan los posibles impactos de la inversión en redes sobre los diferentes elementos del marco de competitividad territorial al servicio del bienestar, en particular los resultados económico-empresariales, los resultados de bienestar y las palancas dinámicas, haciendo énfasis en el impacto sobre la competitividad de las empresas vascas. En segundo lugar, se estudian las necesidades de inversión en redes a nivel global, de la Unión Europea y en España. Seguidamente, se realiza un mapeo de las empresas de la cadena de valor de las redes eléctricas del País Vasco, el análisis de algunos indicadores financieros, así como una estimación de los multiplicadores económicos de las ramas de actividad relacionadas con las empresas de la cadena de valor, para cuantificar el efecto arrastre que puede producir un incremento en la producción de dichas ramas sobre el conjunto de la economía de la CAPV. Por último, se presentan una serie de conclusiones y recomendaciones.

2. Valor de las redes eléctricas a la luz del marco de competitividad territorial

En este capítulo se realiza un análisis de los posibles impactos de la inversión en redes sobre los elementos del marco para la competitividad territorial para el bienestar (ver [Figura 2](#)) donde esta inversión se prevé que puede repercutir, empezando por el contexto estructural, la dimensión de resultados económico-empresariales para el conjunto de las empresas del territorio, seguido de la dimensión de bienestar y de las palancas dinámicas. Los impactos sobre los ejes transversales de inclusividad y conexión internacional se contemplarán el primero en el eje del bienestar y el segundo en el de resultados económico-empresariales (balanza comercial) y la palanca de capital físico (infraestructuras de interconexión).

Las redes eléctricas pueden tener efecto sobre la competitividad territorial del País Vasco a través de cambios en los siguientes resultados económico-empresariales y de bienestar (a su vez dinamizados por las diferentes palancas):

- (i) el desempeño económico y empleo (incremento de los ingresos y valor añadido de las empresas manufactureras y proveedoras de productos y servicios relacionados con las redes, así como la generación de empleo en el sector y el efecto tractor sobre otros sectores¹⁰),
- (ii) los costes energéticos y el medioambiente (ahorros en la factura energética, mayor seguridad de suministro, disminución de emisiones y cumplimiento de metas de descarbonización de las empresas),
- (iii) el comercio exterior (menores importaciones de combustibles fósiles acompañadas de mayores exportaciones de las empresas de equipos eléctricos y relacionadas),
- (iv) los nuevos modelos de negocio debidos a la innovación (despliegue de nuevos servicios o líneas de negocio como el almacenamiento de energía, sistemas de calefacción eléctrica, electrodomésticos inteligentes, etc.; desarrollo de nuevas cadenas de valor como la del hidrógeno o la digitalización y automatización de procesos industriales),
- (v) el bienestar de las personas (menor gasto en energía, oportunidades de empleo de calidad y mejoras en la salud y la inclusividad).

Ahora bien, el análisis también podría hacerse desde una perspectiva micro, donde se analicen los elementos de la competitividad empresarial que se ven afectados por el desarrollo de las redes. En la [Figura 3](#) se presentan cinco áreas de impacto de las redes relacionadas con (i) la eficiencia y costes, (ii) mejoras en la rentabilidad y desempeño de las empresas por diferenciación en torno a la sostenibilidad, (iii) diversificación de la oferta de productos y servicios, (iv) mayor atracción de financiación por mejoras en el posicionamiento en los

¹⁰ En este estudio no se tiene en cuenta el impacto de la mayor inversión en redes sobre el sector de la construcción en términos de obra civil, dada la dificultad de desagregar la parte relacionada con la infraestructura de redes y por ser una parte menor.

mercados de capital, y (v) el desarrollo de nuevas capacidades y conocimientos en el área específica de las redes y de las actividades de descarbonización.

Debido a la complejidad de conseguir datos a nivel empresarial para proceder a un análisis más en detalle del impacto de las redes eléctricas a ese nivel, en este estudio se aborda la competitividad del territorio, contemplando elementos de este análisis de la competitividad empresarial en los diferentes apartados del marco de competitividad territorial analizado a continuación.

Figura 3 Áreas de impacto de las redes eléctricas sobre la competitividad empresarial



Fuente: elaboración propia.

2.1 Contexto estructural

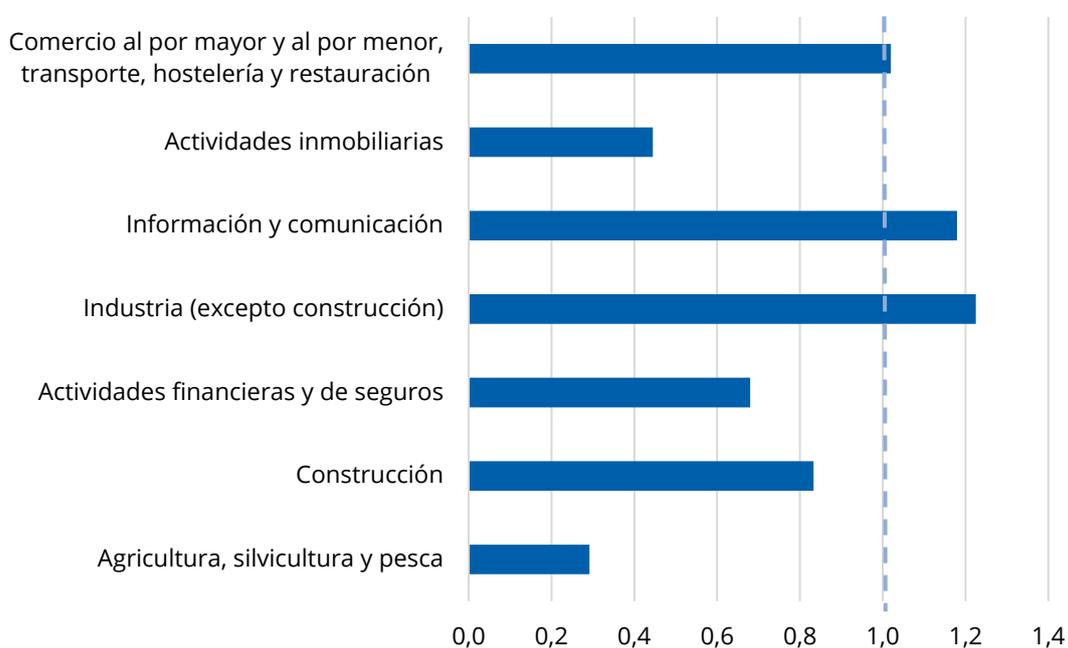
El contexto estructural de un territorio incluye las características relacionadas con su geo-demografía, estructura económico-empresarial y estructura institucional. Estas estructuras son estables en el tiempo por lo que no se pueden esperar cambios significativos en el corto plazo. Sin embargo, el contexto estructural es determinante en el efecto que pueden tener las políticas públicas o la transición sostenible sobre la competitividad del territorio (Orkestra, 2021), y a su vez, las políticas públicas y los procesos de cambio fruto de las transiciones pueden afectar en el largo plazo esta estructura del territorio.

La estructura geo-demográfica del País Vasco se caracteriza por tener una alta tasa de envejecimiento (el 23,8 % de la población en 2023 era mayor a 65 años, frente a un 21,3 % en la UE) y una población en edad de trabajar concentrada en los rangos superiores de edad. Esta composición de la población puede afectar negativamente a la capacidad productiva, por lo

que impactos positivos y sostenidos en el tiempo sobre el desempeño económico, empleo y bienestar de la población, derivados por ejemplo de unas transiciones sostenible, digital y demográfica exitosas, tendrán en última instancia un impacto positivo sobre la composición geo-demográfica del País Vasco.

La estructura económica-empresarial de la CAPV presenta un alto grado de especialización relativo a la UE-27 en empleo en dos sectores: el industrial y el de información y comunicación (ver [Gráfico 1](#)).

Gráfico 1 Coeficiente de especialización de los sectores de la economía (2021-2023)



Nota: el coeficiente de especialización está calculado con el indicador Location Quotient que es igual al cociente entre la proporción del empleo del sector en el empleo total del País Vasco y la proporción del empleo del sector en el empleo total en la UE-27. Un valor superior a 1 significa que el País Vasco está especializado en esta actividad con respecto a la UE-27 y un valor inferior a 1 significa que está subespecializado.

Fuente: elaboración propia a partir de Eustat y Eurostat.

Desagregando el sector industrial, en Orkestra (2022) se presenta que la especialización industrial del País Vasco está principalmente en las actividades manufactureras y energéticas, particularmente en la actividad de metalurgia y productos metálicos. En el caso del sector de material y equipo eléctrico, en el período estudiado por el informe, su grado de especialización disminuyó, aunque el País Vasco continuaba especializado en este. En los servicios destaca la especialización en actividades de investigación y desarrollo, donde la economía vasca está aumentando su actividad, y su orientación hacia una economía con rasgos de digitalización y servitización.

A nivel tecnológico, el grado de especialización relativo a la UE-27 en patentes de los sectores de fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de muebles y otras industrias

manufactureras y fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos es alto. Los demás sectores que presentan un grado alto de especialización relativo en términos de empleo presentan subespecialización a nivel tecnológico, con menos de 15 patentes al año (Orkestra, 2022).

Adicionalmente, el País Vasco es pionero en el modelo de clústeres buscando la vinculación de la investigación en tecnologías con el tejido empresarial. En el área de las redes eléctricas, destaca el Clúster de Energía del País Vasco (ACE) que cuenta con 200 empresas y entidades (operadores energéticos, fabricantes de equipos y componentes, ingenierías, empresas de servicios, agentes de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación y agencias públicas del Gobierno Vasco). En el 2022, el sector energético en la CAPV tuvo una facturación de 15.700 millones de euros, 25.986 empleos y 266 millones de euros en I+D (Clúster de Energía, 2022).

De esta manera, el impacto que puede tener el desarrollo de las redes eléctricas sobre la competitividad territorial de la CAPV está determinado por este contexto estructural, donde a nivel económico-empresarial se cuenta con un alto grado de especialización en empleo, y en menor medida en patentes, del sector industrial, y con una política de clústeres fuerte, que apuesta por la cooperación entre las empresas, instituciones y universidades.

2.2 Resultados económico-empresariales

2.2.1 Impacto sobre el PIB

La inversión en redes eléctricas beneficia directamente sectores industriales como el de equipos eléctricos, equipos inalámbricos, sistemas de tecnología de la información, comunicación y computación y los servicios de análisis avanzados como los técnicos, científicos y de consultoría (Monitor Deloitte et al., 2021; U.S. Department of Energy, 2013). Se esperan alrededor de 30.000-35.000 millones de euros en ingresos procedentes de las inversiones de los que podrían aprovecharse las empresas de la UE de estos sectores.

En el caso de la economía de la CAPV estos sectores representaron en 2022 alrededor del 7,78 % del PIB (0,54 % productos informáticos y electrónicos, 0,73 % material y equipo eléctrico, 1,00 % telecomunicaciones, 1,14 % informática y 4,38 % consultoría y actividades técnicas) (Eustat, 2023d)¹¹.

A su vez, la inversión en redes tiene beneficios indirectos sobre otros sectores, siendo destacable su posible repercusión sobre los sectores industriales intensivos en energía. En el caso de la CAPV, en 2022, sectores intensivos en energía como la metalurgia y los productos metálicos, el caucho, plásticos y otros minerales no metálicos y la madera, papel y artes gráficas representaron respectivamente el 6,59 %, el 1,82 % y el 0,88 % del PIB del territorio (Eustat, 2023d).

¹¹ Para más detalle al respecto de las oportunidades para las empresas vascas de estos sectores ver el apartado 3.3.

Según el estudio del impacto sobre la economía de la Ley de Recuperación y Reinversión (ARRA por sus siglas en inglés) de 2009 en Estados Unidos para financiación de iniciativas de redes inteligentes, la inversión en estos proyectos afecta positivamente a la economía. Específicamente, se encuentra que por cada millón de US\$ en inversión directa (pública y privada) en redes inteligentes, el PIB se incrementó entre 2,5 y 2,6 millones de US\$ (U.S. Department of Energy, 2013).

Por su parte en el estudio de Xu et al. (2021) se analiza el efecto de la infraestructura de la red eléctrica sobre el crecimiento económico de regiones en China. Los autores encuentran que la infraestructura eléctrica tiene un mayor impacto sobre el crecimiento en el largo plazo que en el corto. Además, las regiones importadoras de energía y las de mayor desarrollo económico con un sector industrial fuerte son las que perciben un mayor nivel de impacto positivo sobre el PIB. En este sentido, puede destacarse que la industria vasca representó el 21,81 % del PIB en 2022 (18.812 millones de euros) (Eustat, 2023d), una cifra por encima del promedio a nivel nacional que ascendió el mismo año al 17,43 % (INE, 2023). De esta manera, la mayor inversión en redes se puede traducir en un PIB más alto para el País Vasco.

Por lo tanto, debido a que la CAPV cuenta con cadenas de valor relevantes para el desarrollo de las redes, a la importancia del sector industrial en la economía (parte de él intensivo en consumo de energía) y a su elevada dependencia energética del exterior (como se verá en la sección 2.2.3), la inversión en redes eléctricas y toda la actividad que gira alrededor de la misma, adoptan un relevante rol.

2.2.2 Impacto sobre los costes energéticos agregados y la rentabilidad de las empresas

Según Monitor Deloitte et al. (2021) la inversión en redes en la UE conllevará, en última instancia, una disminución en los costes energéticos de las empresas con respecto a un escenario donde no se lleven a cabo las inversiones necesarias (en el corto plazo se incrementarán los costes pero en un nivel menor que la inflación), a través de:

- (i) un menor coste marginal de la generación con renovables,
- (ii) el despliegue de los sistemas de almacenamiento y autoconsumo,
- (iii) el ahorro en costes por mejoras en la flexibilidad y la gestión optimizada de la demanda de energía,
- (iv) disminución de costes por la adopción de nuevas tecnologías eléctricas más eficientes para la descarbonización de las actividades (bombas de calor, electrificación de flotas y procesos, y generación de calor de media y alta temperatura, etc.),
- (v) mayor nivel de eficiencia energética por un mayor acceso a información sobre consumos en tiempo real, gestión optimizada de los recursos energéticos, mayor flexibilidad y respuesta de la demanda,
- (vi) reducción de los costes de capacidad asociada a la gestión de las redes inteligentes (e.g., acceso flexible a la red).

Por su parte, P. Chaves et al. (2021) señalan que la digitalización de las redes eléctricas podría ofrecer reducciones de los costes de operación a las empresas de distribución eléctrica de alrededor del 21 %. En este sentido destacan que gracias a los sistemas de monitorización y control se podrán detectar fallos en la red de forma más precisa y rápida. Se reducirán los tiempos de localización de posibles averías y, como consecuencia, de reparación con una más rápida reposición del suministro, mejorando su calidad. Asimismo, se podrán poner en marcha estrategias de mantenimiento gracias a los equipos de monitorización que también pueden permitir reducciones en los costes de mantenimiento e incluso prever interrupciones imprevistas gracias al mantenimiento programado.

En la CAPV, en 2022, únicamente el sector del transporte vio aumentar su consumo energético en volumen, así como su peso en el conjunto, llegando a suponer el 44,6 % del consumo final de energía en la CAPV. El resto de los sectores redujo su nivel de consumo. La industria, en particular, representó el 35,3 % del consumo final de energía, quedando el 20,1 % restante repartido entre los sectores residencial y terciario y primario (EVE, 2023).

La industria experimentó una mejora de la eficiencia energética (medida en términos de consumo de energía por unidad de PIB), que recuperó niveles de 2018-2020 probablemente debido al aumento de los precios de la energía de 2022 (Larrea Basterra & Badajoz López, 2024), produciéndose una caída del consumo de electricidad y gas, y un aumento en el consumo de derivados del petróleo. A pesar de ello, se produjo un importante aumento de la factura energética que pasó de los 6.374 millones de euros en 2021 a los 9.149 millones de euros en 2022¹², es decir, un aumento del 43,53 % (EVE, 2023). Ante este escenario, cualquier reducción de precios de la energía y en particular de la electricidad, repercutirá positivamente en los márgenes de las empresas.

En esta línea, a pesar del incremento en la inversión en las redes, EY & Eurelectric (2024) calculan que no aumentarán los costes por uso de la red por parte de los consumidores debido al aumento en su uso. Como consecuencia, se considera que la nueva inversión en redes supondrá una mejora del posicionamiento competitivo de las empresas, en general, y de las exportadoras e intensivas en energía en particular.

En este contexto, los costes de las tecnologías de digitalización de las redes están siguiendo una trayectoria decreciente y en algunos casos, más acentuada que en el caso de las energías renovables y otras tecnologías. A modo de ejemplo, los costes de los contadores inteligentes se redujeron un 25 % entre 2008 y 2016 y los de los sensores se dividieron por diez en el mismo período (P. Chaves et al., 2021).

Por otra parte, una mayor penetración de renovables e incremento de la electrificación de la demanda, como se comentará más adelante, conllevará una reducción del nivel de emisiones de CO₂. Como consecuencia, la industria intensiva en consumo energético podrá ver también reducir su factura de derechos de emisión. Monitor Deloitte et al. (2021) estima que la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del 50-55 % en comparación

¹² Ambas facturas en términos de euros constantes de 2022.

con los niveles de 1990 supondrá un ahorro medio anual de la factura de emisiones de CO₂ de 17.000-22.000 millones de euros en Europa.

La reducción de las emisiones de GEI fruto de la penetración de renovables y de la mayor electrificación, es una cuestión muy relevante en un contexto en el que los bienes acogidos al mecanismo de ajuste en frontera del carbono se comercializan en gran medida en mercados mundiales de productos básicos altamente competitivos, donde las posibilidades de traspasar los costes asociados a los permisos de emisión son limitadas. Como consecuencia, si las exportaciones no son competitivas debido a un precio más elevado del carbono y pierden esta participación en el mercado, las plantas no operarían de manera óptima. Con tasas de utilización de capacidad subóptimas, las instalaciones productivas deberán cubrir los costes fijos, lo que conlleva una reducción de la rentabilidad y tensiones financieras. Si no se encuentra una solución, eventualmente se podría tomar la decisión de cerrar aquellas instalaciones que ya no son rentables.

En esta línea, Marcu et al. (2024) encontraron que, bajo ciertos supuestos, 63 productores de acero laminado en frío sentirían impactos marginales en los primeros años de la reforma del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE (RCDE-UE) y la eliminación gradual de la asignación gratuita. Para 2030, los aumentos de los costes se podrían traducir en un impacto significativo, cifrado en un aumento del 18 % sobre los precios globales. Para 2034, cuando el mecanismo de ajuste en frontera del carbono entre en pleno vigor, dichas primas serían del 35 %. Con sobrecostes de este tipo no habría espacio en los mercados de exportación para esos productos, pudiendo tener un impacto relevante sobre la evolución del excedente neto de explotación de los sectores intensivos en energía y emisiones (ver [Gráfico 2](#)).

La disminución en las emisiones permitirá a las empresas avanzar en diferenciarse en torno a la sostenibilidad mediante una mejora de su reputación y el acceso a nuevos mercados de productos y servicios sostenibles, así como una mejora en su rentabilidad mediante el cumplimiento de metas de descarbonización, ahorro en costes operativos, mayor posicionamiento en mercados internacionales (ver sección 2.2.3) y mejoras en la innovación (ver sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

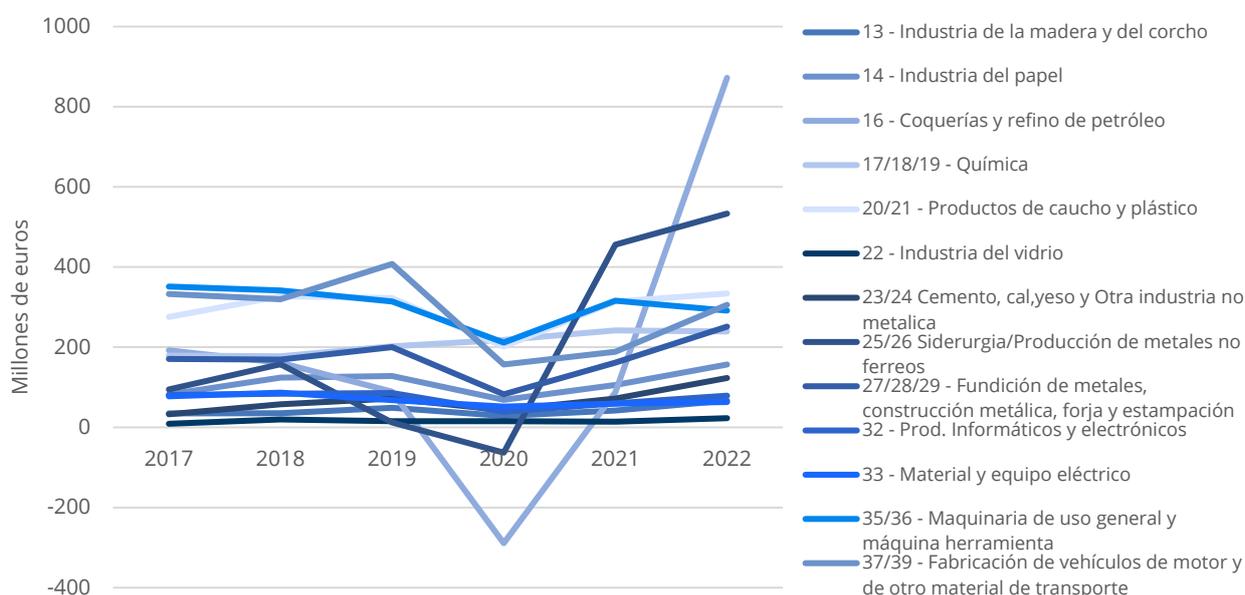
Asimismo, la mayor inversión en redes eléctricas también supone una mejora en la seguridad de suministro eléctrico y la resiliencia del sistema ante choques exógenos como eventos climáticos extremos u otros. Esta mayor seguridad y calidad de suministro resultará de los mantenimientos predictivos y resolución rápida de contingencias en la red, así como de posibilitar la integración de los sistemas de autoconsumo, el almacenamiento de energía eléctrica, la gestión compartida de riesgos (e.g., comunidades energéticas) y el despliegue de las microrredes.

Según EY & Eurelectric (2024), la menor probabilidad de cortes de suministro también tendrá un impacto en los costes energéticos de las empresas, ya que el valor de la electricidad cuando no está disponible es superior a 100 veces su precio de compra. Por ejemplo, en 2021 producto de apagones en la UE se reportaron pérdidas de 50.000 millones de euros (EY & Eurelectric, 2024). En este sentido, en el País Vasco en 2021 empresas intensivas en consumo energético tuvieron que parar la actividad ante el aumento de los precios de la energía en general y de la

electricidad en particular (e.g., Sidenor¹³ o Arcelor Mittal) con lo que ello supuso en términos de pérdida de actividad económica.

De esta manera, ahorros en la factura energética (acompañados de una mayor seguridad de suministro), incrementos en la rentabilidad, así como una reducción de la necesidad de derechos de emisión de CO₂, supondrá una mejora de la posición competitiva y capacidad exportadora de las empresas.

Gráfico 2 Evolución del excedente neto de explotación de sectores intensivos en energía y emisiones y en sectores relacionados con las redes eléctricas



Fuente: elaboración propia a partir de Eustat (2024b).

2.2.3 Impacto sobre la balanza comercial y de pagos

El desarrollo de las redes eléctricas se espera que tenga un impacto positivo sobre la balanza comercial. Por un lado, por un menor coste de importaciones de energía, y, por otro lado, por un incremento en las exportaciones de los sectores intensivos en energía y emisiones y del sector de equipos eléctricos. Esto último es debido a una posible mejora de la posición competitiva de las empresas como consecuencia de una reducción de la factura energética como se acaba de mencionar, o por un mayor valor añadido de los productos gracias a la inversión en I+D, como se verá en la siguiente sección.

Según la Hoja de ruta hacia una economía competitiva con bajas emisiones de carbono en 2050 de la Comisión Europea (European Commission, 2011), de aquí al 2050 se estima que las

¹³ Sidenor estaba pagando en octubre de 2021, 227 euros por MWh frente a los poco más de 60 euros por MWh que pagaba en la misma época un año antes (Sidenor, 2021).

mejoras en eficiencia energética y la producción doméstica de energías bajas en carbono reducirán los costes promedios anuales de importaciones de combustibles fósiles entre 175.000 y 320.000 millones de euros. Según un estudio más reciente del Parlamento Europeo, se espera que de aquí al 2050 la UE reduzca sus importaciones de combustibles fósiles en un 30 %, con beneficios económicos entre 63.000 y 200.000 millones de euros, según el escenario de precios de los combustibles fósiles tomado (Heflich & Saulnier, 2022).

Esta disminución en la dependencia de los combustibles fósiles, cuya necesidad se ha hecho más relevante después de la invasión rusa a Ucrania, será posibilitada por la mejora y ampliación de la infraestructura de las redes eléctricas que permitirá una adecuada integración de las energías renovables a la red eléctrica, la mejora de la seguridad de suministro y la promoción de la descarbonización de sectores intensivos en energía.

En efecto, la dependencia energética, medida con la tasa de dependencia de las importaciones de energía¹⁴, para el total de combustibles fósiles (combustibles fósiles sólidos, gas natural y petróleo y derivados) de la UE en 2022 fue del 62,5 %, mientras que en España fue del 74,3 %, y de un 90 % en la CAPV (Eurostat, 2024; Eustat, 2024a).

En cuanto a las exportaciones, según Monitor Deloitte (2019) la inversión en redes eléctricas a nivel global implica que el sector de fabricación de bienes de equipo eléctrico en España tendrá la oportunidad de duplicar su actividad actual. Se estima que las exportaciones del sector se incrementarán alrededor de 2.300 millones de euros anuales de aquí a 2030. En el País Vasco, las exportaciones de transformadores eléctricos, convertidores estáticos y bobinas de reactancia representaron el 1 % del total de exportaciones de bienes industriales, siendo una de las 25 principales partidas exportadas en el 2023. Además, con respecto a 2022, fue la partida que tuvo el mayor incremento en el valor exportado (+42 %).

El [Gráfico 3](#), recoge las exportaciones de determinados grupos de productos de la CAPV, algunos de ellos directamente relacionados con las redes eléctricas y otros no, pero que sirven como elemento de comparación, y cuya elección se ha realizado sobre la base de su relevancia para la economía vasca (e.g., petróleo y derivados y hierro y acero). El eje de coordenadas presenta la variación de la cuota de las exportaciones vascas de estos productos en el conjunto nacional para el período 2018-2023. Por su parte, el eje de ordenadas representa la cuota de exportaciones del año 2023. El tamaño de las burbujas representa el volumen de las exportaciones vascas de cada grupo de productos.

En el período 2018-2023, las exportaciones de la CAPV aumentaron como promedio el 26,6 % (el 34,5 % en España). Por partidas, se observa que, en términos monetarios, aumentaron las exportaciones de la CAPV de todos los productos considerados en el [Gráfico 3](#) salvo aquellos de los grupos 22 Petróleo y derivados y 5421 Motores eléctricos.

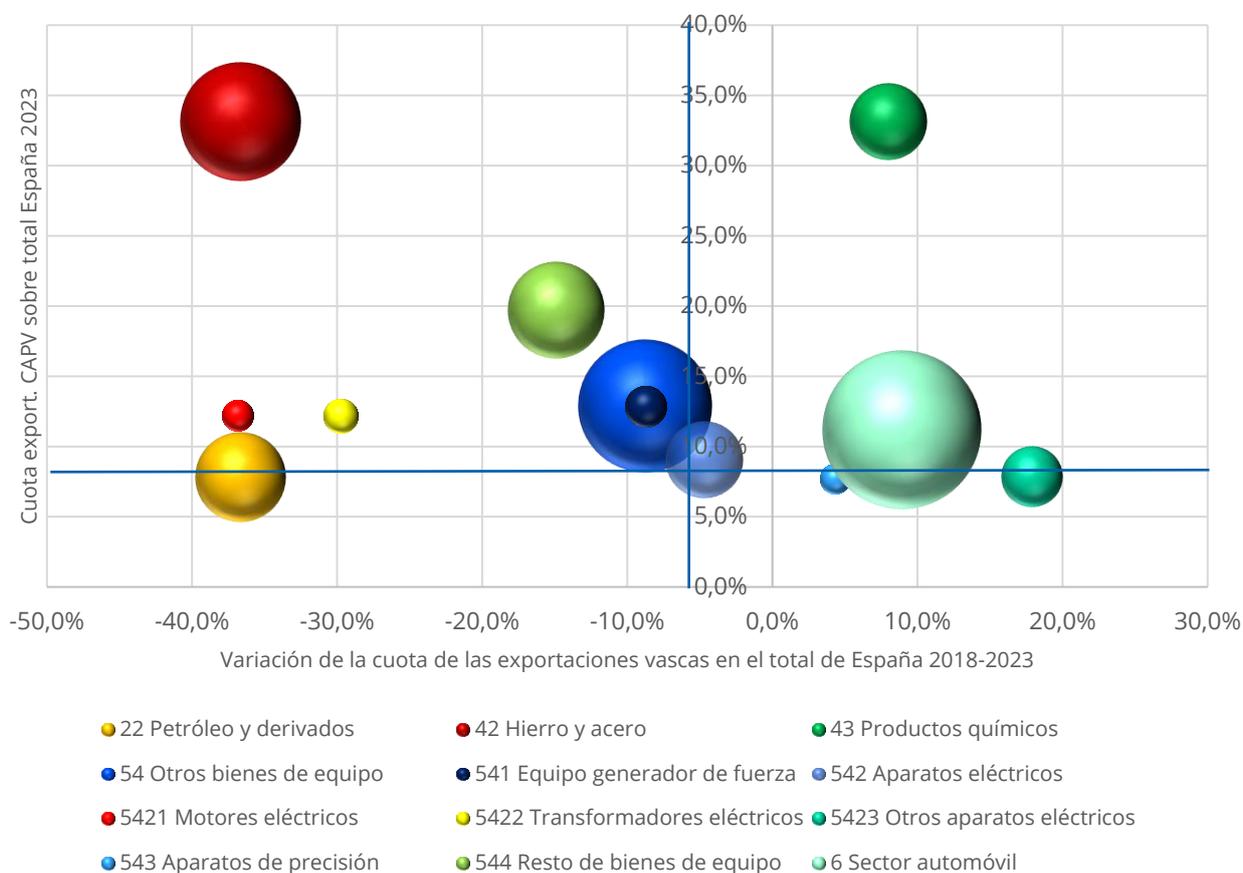
Es destacable el incremento en las exportaciones de 541 Equipos generadores de fuerza (81,8 %), de 542 Aparatos eléctricos (16,3 %) y de 543 Aparatos de precisión (43,2 %). Las

¹⁴ Se define como las importaciones netas de energía (importaciones menos exportaciones) divididas por el consumo interior bruto de energía más el combustible suministrado a los bunkers marítimos internacionales (Eurostat, 2024).

exportaciones de 5422 Transformadores eléctricos aumentaron un 81,7 % (a nivel nacional este aumento fue del 158,7 %).

En el caso del conjunto de España, únicamente se produjo una reducción en el caso de 5421 Motores eléctricos. A pesar de lo anterior, la CAPV vio caer como promedio su representatividad en el conjunto de las exportaciones del país en un 5,8 %. Aumentaron su representatividad los productos de los grupos 5423 Otros aparatos eléctricos, 543 Aparatos de precisión y otros dos sectores no relacionados directamente con las redes eléctricas como el 42 Hierro y acero y 6 Sector automóvil.

Gráfico 3 Exportaciones de la CAPV de determinados grupos de productos



*Nota: Los ejes en color representan el promedio de las variables para el conjunto de productos considerados.
Fuente: elaboración propia a partir de Datacomex.*

Por el lado de la balanza de pagos, la inversión en redes a nivel mundial también puede generar un incremento del atractivo del País Vasco para inversores externos, específicamente se puede ver afectada la inversión extranjera directa (IED) en sectores de alto consumo eléctrico que requieran acceso a potencias eléctricas importantes (por ejemplo, electrolizadores y centros de datos) y, en menor medida, en los sectores de fabricación de material y equipo eléctrico, telecomunicaciones, consultoría y servicios de información, e investigación y desarrollo (ver

Recuadro 1). Según las estimaciones de Kamp et al. (2024), estos sectores en la CAPV recibieron entre 2014-2021 una inversión de 2.304 millones de euros, que son equivalentes al 33 % de la IED en adquisiciones y expansiones¹⁵.

Recuadro 1 Localización de nuevas empresas en el territorio

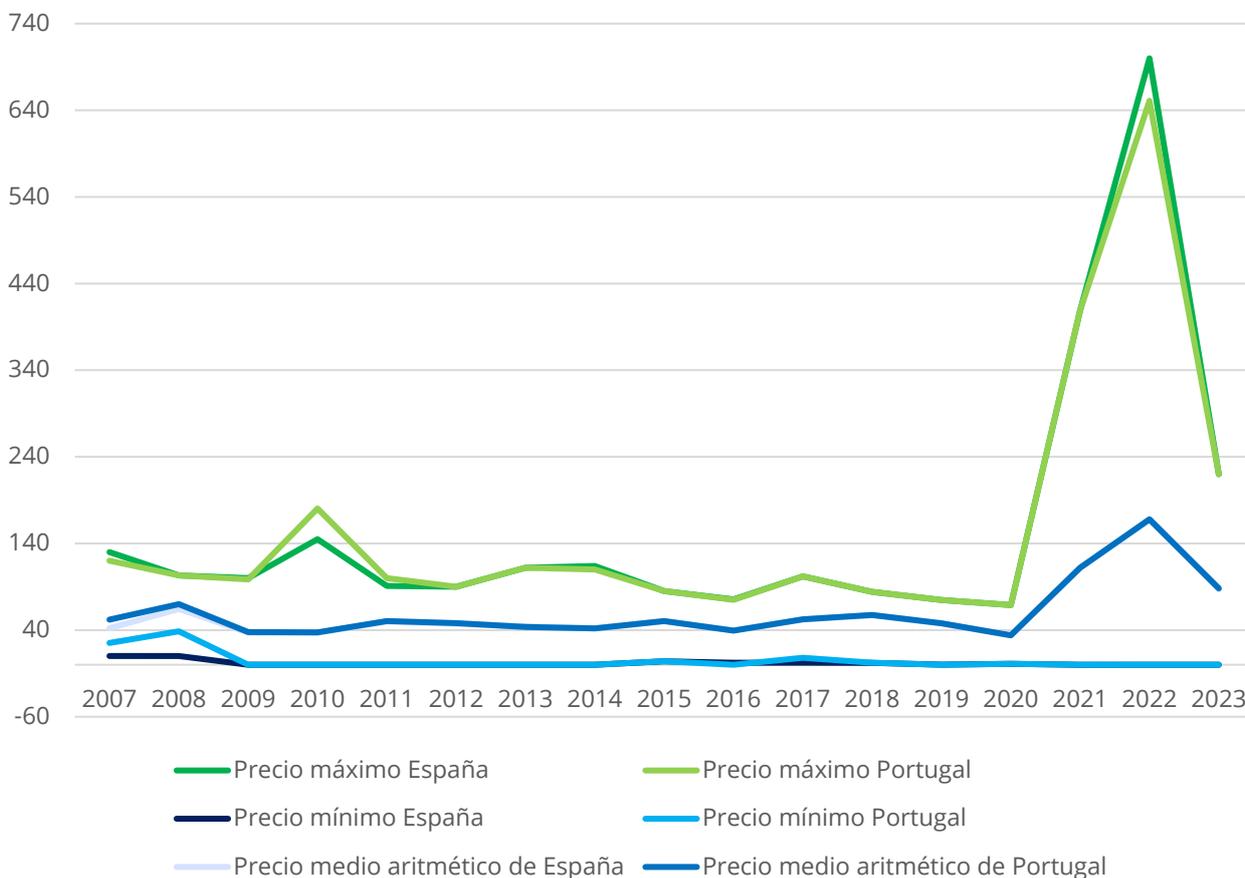
Determinadas condiciones del contexto territorial, como la existencia de incentivos a la inversión o una fiscalidad reducida podrían atraer inversión exterior. En esta línea, Stokes (2024) considera que una reducción de los precios de la energía en un territorio puede atraer actividad industrial al mismo, tal y como se estima que va a suceder en Estados Unidos en los próximos años, fruto de la inversión producida por la Inflation Reduction Act (IRA).

En el periodo 2021-2022, durante la reciente crisis energética, el precio de la electricidad en la UE fue superior al de países como EE. UU. o Australia (European Commission, 2024a), lo que puede constituir una barrera a la inversión e incluso a la continuidad de la actividad industrial europea. En el actual contexto, el precio del mercado mayorista de electricidad en la Península Ibérica desde 2022 ha sido inferior al de otros territorios de la UE como puede verse en el [Gráfico 4](#).

En este sentido, y dado que se prevé que la inversión en redes eléctricas en los próximos años en España no conlleve un aumento de los precios de la energía y mejore la seguridad de suministro, es probable que el territorio pueda beneficiarse de inversión extranjera, incluida aquella en sectores intensivos en energía.

¹⁵ Las adquisiciones hacen alusión a la adquisición (completa o parcial) de una empresa en el País Vasco por parte de una empresa extranjera; y las expansiones, a las inversiones para ampliar capacidad productiva o a instalaciones de empresas extranjeras con filiales en el País Vasco (Kamp et al., 2024).

Gráfico 4 Precio mínimo, medio y máximo de la casación del mercado diario Mibel (euros / MWh)



Nota 1: los datos de 2007 incluyen de julio a diciembre.

Nota 2: en el primer semestre de 2021 se modificaron los niveles superior e inferior de los precios de casación del mercado diario (-500 euros/MWh y +3.000 euros/MWh).

Fuente: OMIE (2024).

2.2.4 Nuevos modelos de negocio ligados a la digitalización de las redes, la gestión de la energía y la flexibilidad de los recursos energéticos

La digitalización permite adaptar las redes eléctricas para cumplir una serie de requisitos de calidad de servicio. Asimismo, facilita un intercambio de datos más eficiente y fiable entre actores (J. P. Chaves et al., 2024), pudiendo generar valor mediante el desarrollo de nuevos modelos de negocio a través de tecnologías como la inteligencia artificial (IA o AI por sus siglas en inglés), el internet de las cosas o el *blockchain* (P. Chaves et al., 2021).

En este sentido, la digitalización facilita “el acceso, conexión y uso de la red a nuevos recursos energéticos distribuidos” (generación renovable, como la solar, puntos de recarga de vehículos eléctricos, bombas de calor, baterías de almacenamiento, etc., instalados por diferentes

agentes empresariales o consumidores) (P. Chaves et al., 2021). Como consecuencia, los usuarios adoptan un rol más activo en su consumo energético, pudiéndose decantar por la inversión en tecnologías renovables (en autoconsumo o participación en comunidades energéticas) o en eficiencia energética, entre otros.

La digitalización también permite el desarrollo de nuevos modelos de negocio para agregadores y empresas de servicios, que posibilitan la integración y participación de los recursos distribuidos en los mercados (por ejemplo, *storage-as-a-service* o comunidades locales de energía) y la respuesta de demanda (J. P. Chaves et al., 2024). Todo ello fomentará los servicios de flexibilidad, cuya relevancia crecerá en un entorno donde las energías renovables van a ser clave y unos menores costes para el usuario final.

Los nuevos modelos de negocio ligados a la gestión de la energía y la flexibilidad de los recursos energéticos (almacenamiento de energía, sistemas de calefacción eléctrica, electrodomésticos inteligentes, nuevos sistemas de gestión de energía, servicios de agregación, medida, control y respuesta de la demanda, integración de energías renovables en esquemas de autoconsumo o comunidades energéticas industriales, etc.) requieren una apuesta por la inversión en innovación y el desarrollo tecnológico.

Asimismo, permitirán el posicionamiento en mercados de bienes y servicios sostenibles mediante la adopción de modelos de negocio innovadores a partir de tecnologías eléctricas limpias, servitización basada en activos eléctricos como vehículos o equipamiento industrial, servicios de movilidad innovadores con gestión avanzada de datos e información, servicios *behind the meter*, etc.

Alrededor de las redes eléctricas y su digitalización ha surgido una actividad relevante relacionada con el riesgo de ciberataques, cuyos costes podrían ser elevados, incluyendo la interrupción del suministro eléctrico. Para evitar el riesgo, es necesario que las tecnologías de digitalización incluyan elementos que garanticen la seguridad como la configuración segura de equipos, el mantenimiento de actualizaciones, el manejo de los derechos de acceso, la formación de empleados y contratación de especialistas entre otros.

A nivel de la CAPV, la apuesta de la Estrategia de especialización inteligente (RIS3) recoge la energía como uno de los ámbitos estratégicos RIS3. Como consecuencia, ya en 2011, se desarrolló en el ámbito de la energía la estrategia EnergiBasque, que se centraba en ocho áreas estratégicas de carácter prioritario: (i) eólica, (ii) undimotriz, (iii) solar termoeléctrica, (iv) electrificación del transporte, (v) gestión de servicios energéticos, (vi) almacenamiento de energía, (vii) exploración de gas no convencional¹⁶ y (viii) redes inteligentes. Como puede observarse, las áreas estaban centradas fundamentalmente en la electricidad como vector

¹⁶ La Ley 6/2015, de 30 de junio, de medidas adicionales de protección medioambiental para la extracción de hidrocarburos no convencionales y la fractura hidráulica o *fracking* estableció medidas adicionales de protección medioambiental para la exploración, investigación y explotación de hidrocarburos. Con posterioridad la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética prohibió nuevas licencias para la explotación de hidrocarburos y materiales radiactivos, perdiendo por ello el interés en la actividad de exploración de gas en la CAPV.

energético y en su conexión mediante redes inteligentes, con el almacenamiento como tecnología facilitadora (Gobierno Vasco et al., s.f.).

La actualización de la estrategia EnergiBasque de 2021, se organizó alrededor de ocho áreas estratégicas y cinco tecnológicas (facilitadoras), cuyo objetivo es dar continuidad a la versión anterior (Grupo SPRI, 2022). Las áreas estratégicas son: (i) redes eléctricas, (ii) energía eólica, (iii) energía solar, (iv) energía de las olas, (v) *oil & gas*, (vi) eficiencia energética, (vii) movilidad eléctrica y (viii) hidrógeno. Las cinco tecnologías facilitadoras son el almacenamiento, la economía circular, la electrónica de potencia, los materiales y la digitalización.

En este sentido, se observa cómo la CAPV ha hecho una apuesta por ámbitos relacionados con las redes eléctricas y su digitalización, así como por otras áreas relacionadas con los nuevos modelos de negocio que pueden aparecer con su digitalización. Ello, en gran medida, y como se verá en la sección 3.3, está relacionado con el tejido industrial que conforma el sector energético e industrial del territorio.

2.3 Resultados de bienestar

2.3.1 Impacto sobre la factura energética

La mayor inversión en redes afecta el gasto en energía de los hogares por dos vías: por un lado, posibilita la disminución de la factura de la luz, y, por otro lado, permite que se lleven a cabo mejoras en la eficiencia energética residencial.

Como se mencionó en la anterior sección, el despliegue de las energías renovables dará lugar a menores precios de la electricidad en el mercado mayorista, producto de que las renovables tienen un coste marginal cercano a cero y su coste energético nivelado (LCOE por sus siglas en inglés) se espera sea un 50 % menor que el de los combustibles fósiles (Monitor Deloitte et al., 2021). A su vez, se estima que los costes de distribución soportados por los consumidores se mantengan fijos hasta 2050, al verse contrarrestados los mayores niveles de inversión por el incremento en los volúmenes de consumo de energía.

Por otro lado, se espera que los hogares obtengan mejoras en su eficiencia energética producto de la electrificación directa mediante el uso de bombas de calor (ganancias de eficiencia de entre tres y cinco veces) y de vehículos eléctricos (ganancias de eficiencia de tres veces). También se prevén ahorros fruto de mejoras en la eficiencia de los edificios y menores distancias recorridas en viajes por cambios en los comportamientos de las personas (uso compartido de vehículos o paso a otras alternativas de movilidad, p. ej., patín o bicicleta eléctrica). Se calcula que el consumo promedio anual de energía de los hogares de la UE pase de 25 MWh a menos de 10 MWh en 2050. Con todo ello, en total, se espera que la factura de energía de los hogares en la UE disminuya en un 45 % en 2050 respecto a la factura de 2018 (EY & Eurelectric, 2024).

Estas mejoras deberían repercutir en el nivel de gasto de los hogares en energía, previéndose una reducción de este y liberando recursos para otros menesteres¹⁷.

Adicional a esta disminución promedio del gasto en energía de los hogares, el desarrollo de las redes, especialmente las de distribución, va a permitir, como se ha indicado, el empoderamiento de los consumidores al tener la oportunidad de participar en el sistema eléctrico de manera activa. Los hogares podrán acceder a soluciones de autoconsumo (se esperan alrededor de 40 GW de capacidad adicionales), de comunidades energéticas para la generación de electricidad con fuentes renovables, ofrecer servicios de flexibilidad mediante cargas inteligentes de vehículos eléctricos (la transición sostenible requiere alrededor de 70 millones de vehículos eléctricos y 56 millones de puntos de recarga en 2030) y respuesta a la demanda con el uso de contadores y electrodomésticos inteligentes. Estas oportunidades supondrán mayores disminuciones en los costes de energía de los hogares (Monitor Deloitte et al., 2021).

Por último, esta disminución en la factura energética de los hogares y las oportunidades para participar en el sistema eléctrico también pueden tener un impacto positivo reduciendo la pobreza energética de los hogares, al ser los precios de la energía uno de los principales factores que determina este fenómeno social (Mosquera López & Larrea Basterra, 2024)¹⁸.

2.3.2 Generación de empleo de calidad

Actualmente, los puestos de trabajo directos e indirectos en redes de distribución eléctrica representan entre el 0,38 % y el 0,46 % de la fuerza laboral de la UE (750.000-920.000 empleos). Los empleos directos están centrados en la planificación, operación y mantenimiento de las redes de distribución, mientras que los indirectos están relacionados con la manufactura de equipos eléctricos y en la construcción de proyectos eléctricos (EY & Eurelectric, 2024).

Para alcanzar las metas de descarbonización de la economía de la UE se espera que se realicen las inversiones necesarias en las redes de distribución y aumenten los empleos directos e indirectos, a la vez que se creen nuevos empleos relacionados especialmente con la digitalización y automatización de las redes (empleos en telecomunicaciones, datos, consultorías, etc.). En total, EY & Eurelectric (2024) calcula que se crearán dos millones de empleos adicionales para el 2050. Además, se espera que estos sean empleos de calidad (U.S.

¹⁷ Sin embargo, durante la crisis energética reciente se produjo un efecto contrario, debido al aumento del precio de la energía. En la CAPV, en 2022, aumentó el gasto en energía de los hogares, pasando de suponer el 6,2 % como promedio en el período 2017-2021 al 7,2 % del presupuesto familiar, un punto porcentual adicional que se retrajo de los presupuestos de los hogares (Eustat, 2023b).

Esta situación coyuntural supuso que los hogares pagaran un promedio de 2.560,2 euros (1.090,7 euros por persona). En electricidad en particular, el gasto promedio se situó en los 755,8 euros por hogar y 322,0 por persona frente a los 686,4 y 290,4 euros del año anterior. A pesar de ello, el peso relativo del nivel de gasto dedicado a electricidad se mantuvo constante. El mayor aumento en términos absolutos se produjo en los combustibles líquidos (44 %), seguidos de los combustibles sólidos (35-37 %), carburantes para vehículos (31-32 %), gas natural (23-24 %) y electricidad (10-11 %).

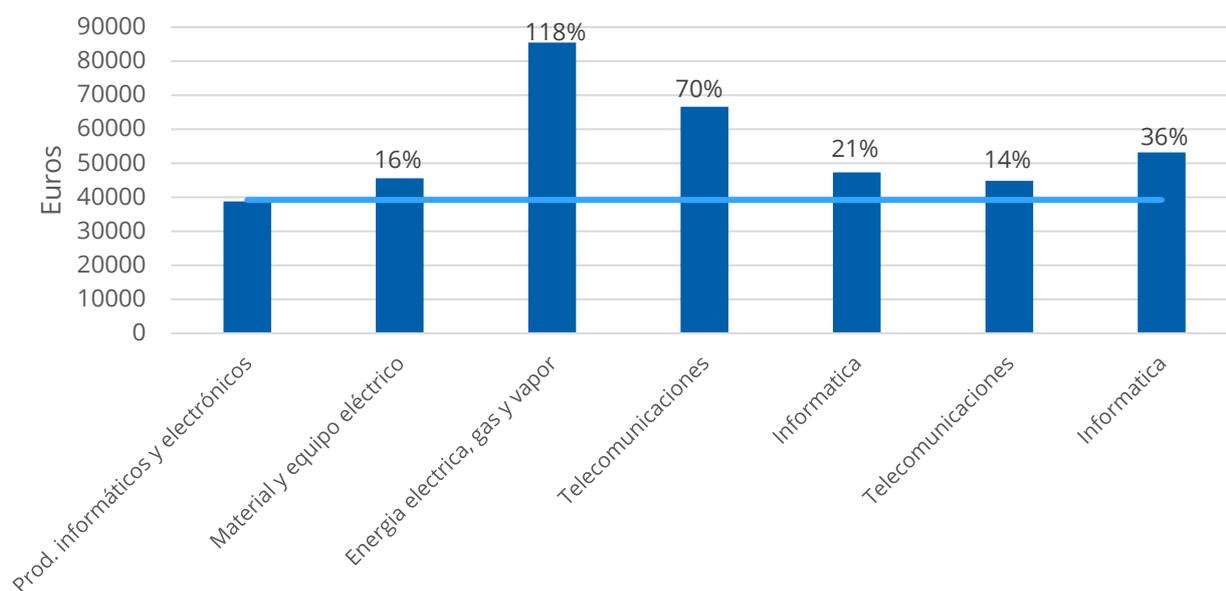
¹⁸ Para más detalle ver la sección 2.3.4 acerca del impacto de la inversión en redes sobre la inclusividad.

Department of Energy, 2013) y que promuevan nuevas oportunidades de aprendizaje y formación en capacidades o competencias (*skills*) necesarias para los empleos relacionados¹⁹.

En lo que respecta al número de empleados asalariados, existían en la CAPV en 2021 alrededor de 2.500 personas en el sector de energía eléctrica, gas y vapor, de las que una parte están en el área de gestión y operación de las redes eléctricas. En el ámbito de la fabricación de material y equipo eléctrico y de productos informáticos y electrónicos había 16.535 personas, en telecomunicaciones e informática 17.417, en consultoría 38.946 y en I+D 8.681²⁰.

En la CAPV, en 2021 se observó un aumento generalizado de los costes laborales por asalariado²¹ (CLA) que se situaron para el promedio de la economía en 39.204 euros anuales. Como puede observarse en el [Gráfico 5](#), en el caso particular de las actividades más relacionadas con las redes eléctricas (energía eléctrica, gas y vapor; fabricación de material y equipo eléctrico y de productos informáticos y electrónicos) los niveles salariales fueron de 85.488 euros (un 118,06 % por encima del promedio de la economía), 45.604 euros (un 16,33 % superior) y de 38.781 euros (un 1,08 % por debajo) respectivamente.

Gráfico 5 Coste laboral por asalariado de la CAPV en 2021



Nota: la línea horizontal representa el nivel promedio de CLA de la economía de la CAPV.

Fuente: elaboración propia a partir de Eustat (2023c).

¹⁹ Para más detalle ver la sección 2.4.5.

²⁰ Conviene señalar que estas cifras engloban empleos de empresas informáticas y electrónicas no relacionadas directamente con las redes eléctricas.

²¹ Estimados como el cociente entre la remuneración total y el número de asalariados.

Por su parte, las otras actividades relacionadas como la consultoría y actividades técnicas tenían un CLA promedio de 44.842 euros (un 14,38 % por encima), la investigación y desarrollo, 53.196 euros (un 35,69 % superior al promedio) y las actividades de informática y telecomunicaciones 47.337 euros y 66.596 euros respectivamente (un 20,75 % más y un 69,87 % superior).

2.3.3 Impacto medioambiental y sobre la salud positivo

Alcanzar la meta de la UE de disminución de las emisiones de GEI en un 50-55 % en 2030 con respecto a los niveles de 1990 tendrá impactos medioambientales positivos sobre las personas. La inversión en redes eléctricas permitirá que se logre la reducción de emisiones de CO₂ y partículas contaminantes esperadas, hecho que traerá beneficios a las personas en torno a mitigación del cambio climático, mejor calidad del aire, y menores muertes prematuras y costes en salud relacionados con afecciones derivadas de la contaminación del aire²².

En 2022, las emisiones de GEI de la economía vasca ascendieron a 18.461.387 toneladas de CO_{2e}, un 10,21 % por debajo de las emisiones de 1990, y un 30 % inferiores al máximo que se produjo en 2002. Por actividades, el sector industrial ha reducido las emisiones a la mitad respecto al año base (1990), en gran parte debido a la sustitución de combustibles fósiles como el carbón y los derivados del petróleo por electricidad y gas, la cogeneración y la inversión en eficiencia energética. La agricultura, la gestión de residuos y la transformación de energía, las han reducido también, pero en menor medida.

El sector residencial prácticamente las ha mantenido estables (Departamento de desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2024), en un período en el que se ha avanzado en la gasificación del consumo energético en los hogares (Álvarez Pelegrí et al., 2013) y donde se espera que las bombas de calor vayan aumentando su peso junto con otras opciones de autoconsumo energético y desarrollo de renovables. Por su parte, los sectores transporte y servicios las han más que duplicado (231 frente a 100 del año base) o casi duplicado (196,1 frente a 100 del año base), respectivamente. En estos casos, será clave la penetración de energías alternativas, muy en particular en el caso del transporte por carretera con el vehículo eléctrico.

Las emisiones en la CAPV de óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles no metánicos antropogénicos (COVNM), monóxido de carbono y material particulado (PM₁₀), se han reducido desde 1990 a la mitad, alrededor de un quinto las de PM_{2,5}, una cuarta parte las emisiones de amoníaco y en un tercio las de metano (Gobierno Vasco & Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2022).

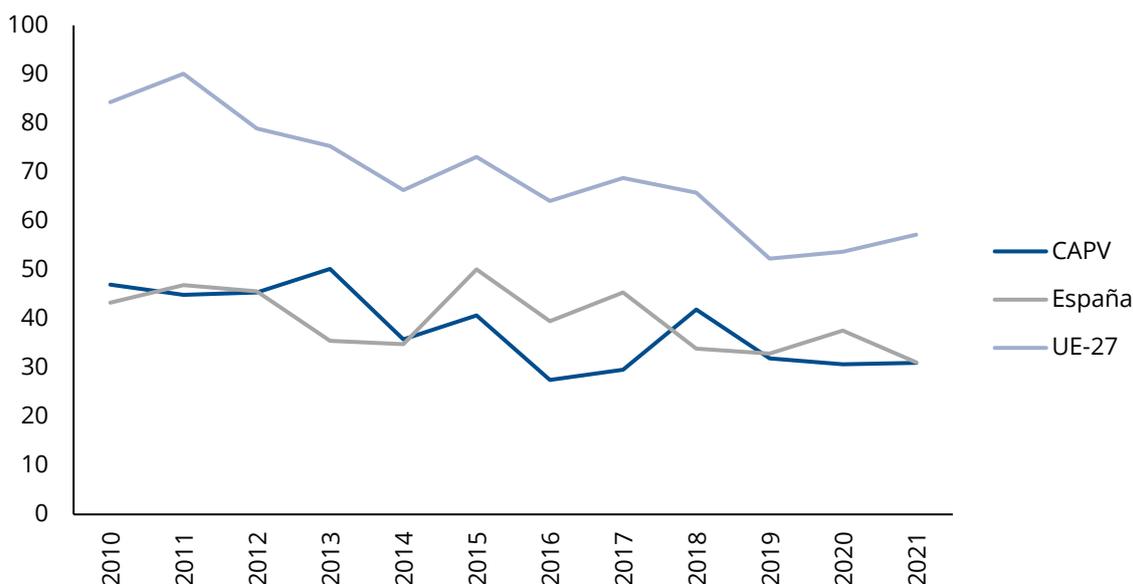
El Plan de Calidad del Aire a 2030 de la CAPV plantea, entre otras medidas para mejorar la calidad del aire, dos en las que las redes eléctricas resultan clave: (i) avanzar hacia una movilidad sostenible, reduciendo el consumo de combustibles convencionales en el transporte,

²² La exposición a niveles elevados de contaminación del aire puede causar una variedad de efectos perjudiciales para la salud, incluido un aumento del riesgo de infecciones respiratorias, enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares y cáncer de pulmón, los cuales son más comunes entre los colectivos vulnerables (OPS, s. f.).

fomentando el cambio a otros más eficientes y/o a través de otras tecnologías (e.g., biocarburantes y electricidad renovable), y (ii) avanzar en la descarbonización, desnitrificación y desulfuración del sector energético, con promoción de manera específica de tecnologías renovables y una mejora de la eficiencia energética (Gobierno Vasco & Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2024).

En el [Gráfico 6](#) se presenta el indicador de muertes prematuras por contaminación del aire (medida con las PM_{2,5}) por cada 100.000 habitantes. Este indicador mide la relación entre salud y calidad del aire, y en el caso de la CAPV esta cifra ha tenido una tendencia a la baja, con niveles además muy inferiores a los de la UE (31 muertes por cada cien mil habitantes en el País Vasco versus 57 muertes en la UE).

Gráfico 6 Muertes prematuras por contaminación del aire (PM_{2,5}) (por 100 000 habitantes)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la European Environment Agency.

En la UE, a 2030, las reducciones en las emisiones se estima que lograrán evitar 58.000 muertes prematuras y se obtendrán ahorros entre 40.000 y 140.000 millones de euros en costes sanitarios relacionados con el impacto de la mala calidad del aire (European Council, 2020; Monitor Deloitte et al., 2021).

Una cuestión adicional relacionada con el impacto medioambiental de las redes se refiere a la normativa comunitaria que establece la transición de las redes eléctricas a unas con equipamientos libres de SF₆ como gas dieléctrico. Esta normativa comunitaria obliga a que los fabricantes de los equipos de media tensión, desarrollen una nueva tecnología, libre de SF₆. La transformación tendrá lugar de manera escalonada, según el nivel de tensión, siendo la

primera afectada los equipos de 24 kV como máximo. Posteriormente será el turno de equipos de hasta 36 kV (European Commission, 2020).

Esta normativa está planteando dificultades en cuanto a su interpretación, de manera que cada Estado está adoptando su propio entendimiento. Los fabricantes pueden seguir fabricando los equipos antiguos porque parte de sus ventas se realizan al exterior y porque a priori, las sanciones por incumplimiento no están todavía desarrolladas²³. No obstante, ya se ha empezado a integrar estas soluciones libres de SF₆ en Europa y se espera que 2025 sea un año decisivo en su implementación.

2.3.4 Inclusividad

Como se acaba de mencionar, la mayor penetración de las energías renovables y mejores niveles de eficiencia energética, posibilitados por la inversión adecuada en redes eléctricas, se espera se traduzca en menores precios de la electricidad para los hogares. Dado que uno de los factores determinantes de la pobreza energética²⁴ en Europa son los precios altos de la energía (European Commission, s. f.), una transición sostenible y justa²⁵, que incluya a los colectivos vulnerables, puede contribuir a su mitigación.

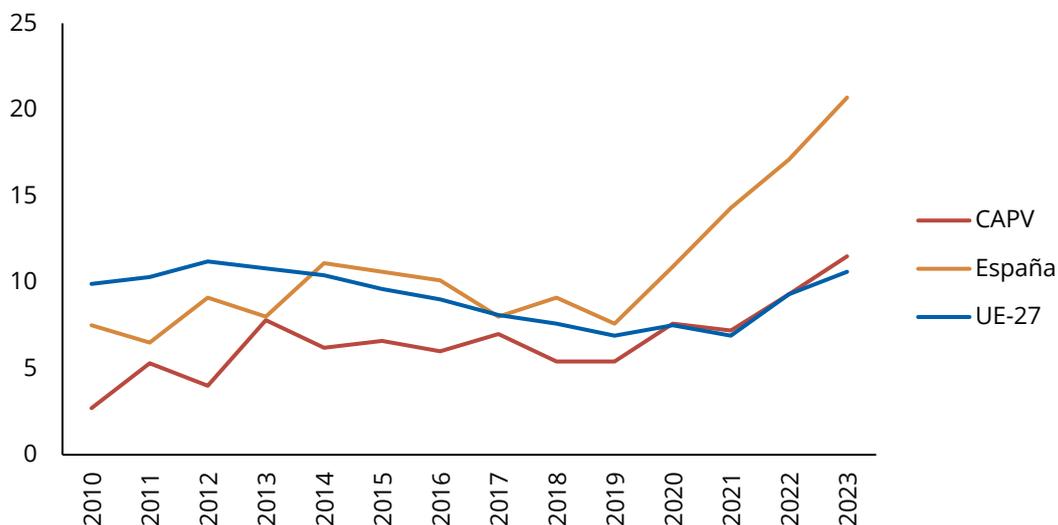
Bajo este contexto, en 2023, el 20,7 % de la población en España no pudo permitirse mantener su vivienda con una temperatura adecuada durante el invierno, mientras que este porcentaje en la CAPV fue de casi la mitad (11,5 %), siendo la comunidad autónoma con menor nivel de pobreza energética medida con este indicador, y con un nivel similar al de la UE (ver [Gráfico 7](#)). El indicador ha tenido una tendencia al alza desde 2020, recogiendo el efecto de la pandemia y la crisis energética sobre la capacidad de los hogares para mantener su vivienda a una temperatura adecuada.

²³ Además, las sanciones recaerían, en principio, sobre los responsables (término no definido que está generando controversias) y que supondría poner el peso del cumplimiento en las compañías eléctricas que son las propietarias de la infraestructura y que, además, tienen equipos en *stock*, con lo que se les podría en un futuro sancionar porque sustituyen equipamiento por otro que todavía no cumple con la normativa pero que sí la cumplía en el momento de su adquisición.

²⁴ Un hogar o persona sufre de pobreza energética si experimenta niveles inadecuados de servicios energéticos esenciales en el hogar, como calefacción, refrigeración, iluminación y uso de electrodomésticos (Thomson et al., 2017; Thomson & Bouzarovski, 2020).

²⁵ “Una transición justa significa ecologizar la economía de una manera que sea lo más justa e inclusiva posible para todos los interesados, creando oportunidades de trabajo decente y sin dejar a nadie atrás. Una transición justa implica maximizar las oportunidades sociales y económicas de la acción climática, al tiempo que se minimiza y se gestiona cuidadosamente cualquier desafío, incluso mediante un diálogo social eficaz entre todos los grupos afectados y el respeto de los principios y derechos laborales fundamentales” (OIT, 2021).

Gráfico 7 Personas que no pueden permitirse mantener la vivienda con una temperatura adecuada (%)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat.

Más allá de la disminución de precios, la mayor inversión en redes puede brindar mayores posibilidades de despliegue de soluciones alternativas de organización de las actividades energéticas. El desarrollo de proyectos de energías renovables locales donde se brinden oportunidades de participación a la comunidad, se genere empleo y se promueva el desarrollo económico local, puede favorecer el acceso a la energía de distintos colectivos desfavorecidos (por ejemplo, con riesgo de pobreza, pobreza energética y exclusión).

En efecto, Caramizaru & Uihlein (2020) encuentran que las comunidades energéticas contribuyen al empoderamiento de sus socios, a la promoción de la equidad social y a la justicia energética, donde se maximizan los beneficios para la comunidad y aumenta su participación, a la vez que se reconocen los grupos marginados o vulnerables.

De esta manera, se espera que las comunidades energéticas y la participación activa de los consumidores en el sistema energético fomenten la cohesión territorial y social, donde el acceso a energía limpia con un coste menor, los mayores niveles de empleo y formación aumenten el atractivo de las comarcas y provincias de la CAPV, a la vez que se reduce la desigualdad en el territorio (Valero et al., 2024).

En este sentido, vale la pena resaltar que la CAPV constituye el polo principal del desarrollo de las comunidades energéticas en España, con el 31 % del total de estas (118 de las 386 comunidades energéticas activas en el 2023), y alrededor de tres veces por encima de las siguientes tres comunidades autónomas con mayor número de comunidades energéticas activas (Cataluña con 43, Comunidad Valenciana con 40 y Navarra con 36) (Valero et al., 2024).

2.4 Palancas dinámicas

A continuación, se presentan aquellos elementos clave de cada palanca dinámica relacionados con las redes eléctricas para el caso de la CAPV.

Figura 4 Palancas dinámicas del marco de análisis de la competitividad territorial



Fuente: elaboración propia a partir de Orkestra (2021).

Como podrá observarse, hay elementos de unas palancas que confluyen en otras, por lo que es necesario tener en cuenta posibles interacciones entre ellas a la hora de impulsar cambios.

2.4.1 Capital natural

De acuerdo con Orkestra (2023) el capital natural es el “conjunto de activos relacionados con la naturaleza que pueden generar valor económico y bienestar a las personas. Su estudio es necesario para mejorar la competitividad y sostenibilidad de un territorio y sus empresas” a través de una mejora de la eficiencia y productividad en el uso de recursos naturales o de una reducción de la huella medioambiental. Una manera de poner en valor los recursos naturales de la CAPV es a través del aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles, en particular de los renovables.

En este sentido, la potencia eléctrica a diciembre de 2023 de la CAPV ascendía, de acuerdo con datos de Red Eléctrica (2024b) a 2.973 MW, con alrededor de 581 MW renovables. La estrategia energética de la CAPV (Estrategia 3E-2030) planteaba alcanzar una potencia eléctrica renovable de 878 MW en 2025 y de 1.440 MW en 2030 (13 % y 19 % del suministro eléctrico respectivamente) (EVE & Gobierno Vasco, 2017).

Más recientemente, el Plan Territorial Sectorial (PTS) de energías renovables planteó la instalación de 2.500 MW de solar fotovoltaica, 1.100 MW de eólica terrestre y 2.450 MW de otras tecnologías que incluyen la biomasa, geotermia, aerotermia, solar térmica, oceánica y minihidráulica, lo que conllevaría un aprovechamiento de los recursos autóctonos renovables

del 27,9 % del consumo final de energía (el 10 % actual más el 17,9 % derivado del desarrollo de zonas de localización seleccionada (ZLS)). Si bien así se respondería al objetivo establecido en la Estrategia 3E-2030, no se alcanzarían los objetivos comprometidos a nivel nacional ni europeo a 2030 de un 42,5 % de energías renovables (European Commission, 2023), dificultando además el logro de la neutralidad para 2050 (Gobierno Vasco, 2023a).

La [Tabla 1](#) muestra el potencial de aprovechamiento de las energías renovables en la CAPV. Como puede observarse, es en solar fotovoltaica, eólica, biomasa y geotermia donde mayor es el potencial de aprovechamiento a futuro. El potencial de la energía oceánica es medio y en materia de solar térmica y minihidráulica, existe un potencial aprovechamiento reducido.

Tabla 1 Potencial de aprovechamiento de energías renovables (MW)

Origen	Potencial de aprovechamiento neto (MW)	Potencial de aprovechamiento
Solar fotovoltaica	Más de 1.000 MW	Alto
Solar térmica	Entre 100 y 500 MW	Bajo
Eólica	Más de 1.000 MW	Alto
Geotermia	Entre 500 y 1.000 MW	Alto
Biomasa	Más de 1.000 MW	Alto
Oceánica	Entre 100 y 500 MW	Medio
Minihidráulica	Menos de 100 MW	Bajo

Fuente: Gobierno Vasco (2023b) en Orkestra (2023).

Para cubrir esta brecha, se deben promover cubiertas de edificios (alrededor de 1.600 MW), así como el desarrollo de nuevas propuestas promovidas por ciudadanos para el autoconsumo (Orkestra, 2023) como comunidades energéticas.

La dependencia energética tanto del resto del país (especialmente en suministro de electricidad) como del resto del mundo (en gas y otros combustibles) es muy elevada, y se espera que no sufra reducciones considerables, a pesar de los crecientes proyectos de energía solar promovidos por empresas y ciudadanos y de la inversión de 33 millones de euros planteada en el Plan de transición energética y cambio climático 2021-2024 (Iniciativa 4, la energía solar fotovoltaica ante un futuro eléctrico y renovable). Ello es debido a que de acuerdo con datos de Sancho Ávila et al. (s.f.) la CAPV se encuentra entre las Comunidades Autónomas (CC. AA.) con menores niveles de radiación, especialmente durante los meses de diciembre a febrero.

Igualmente, el territorio cuenta con un potencial eólico terrestre por debajo del resto de CC. AA. de España. Según datos de Aymamí et al. (2011), este potencial con velocidad media anual superior a los 6 m/s a 80 m de altura, se situaba en alrededor de 3,9 GW; 2,3 si la velocidad media anual mínima considerada fuera de 6,5 m/s.

En lo que al potencial hidráulico se refiere, en la CAPV existe una importante tradición de centrales minihidráulicas contando con más de 138 MW instalados en 2020, en más de un centenar de centrales (Agencia Vasca del Agua, 2020), donde el mayor aprovechamiento se

encuentra en Guipúzcoa. No obstante, no se esperan importantes desarrollos en esta área dado que el potencial adicional es reducido y, por el contrario, podría incluso disminuir en el caso de cierre de algunas instalaciones.

Desde verano de 2023 se han previsto los parques eólicos de Labraza y Azazeta en Álava promovidos por Haizeindar, las plantas solares de Indarberri (con Solaria) y de Ekinea y la planta de combustibles sintéticos de Petronor en el puerto de Bilbao, con un proceso de recuperación de residuos urbanos (en el marco del proyecto del Hub de descarbonización del Puerto de Bilbao).

Por su parte, en el marco del Plan de transición energética y cambio climático 2021-2024 del Gobierno Vasco (Departamento de Desarrollo Económico, et al., 2021), estaba prevista la inversión de 12,7 millones de euros más en BIMEP (Biscay Marine Energy Platform), la iniciativa de la CAPV de convertirse en referente internacional en energías oceánicas. Asimismo, la iniciativa 3 de industria vasca de vanguardia de la eólica contaba con un presupuesto de un millón de euros en eólica, eólica marina y BIMEP y la iniciativa 4 sobre energía solar ante un futuro eléctrico y renovable contaba con 33,1 millones de euros de presupuesto.

Como consecuencia de los objetivos energéticos en la CAPV, se esperan importantes inversiones en los próximos años, especialmente en renovables, para poner en valor los recursos naturales de que dispone el territorio. Para conseguir esa penetración en el sistema eléctrico es necesaria la adecuada inversión y planificación de las redes eléctricas (IEA, 2023c) como se verá en la siguiente palanca sobre capital físico.

Con todo ello, se conseguirá una mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales, se desarrollarán servicios avanzados alrededor de las renovables y las redes eléctricas y se fomentarán modelos de negocio y cadenas de valor más circulares.

Sin embargo, para el desarrollo de las redes eléctricas y el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, se requiere invertir en las tradicionales infraestructuras de red, así como en equipamiento digital adicional, para cuya producción, se necesitan, entre otros, materias primas críticas o fundamentales (*Critical Raw Materials* o CRM por sus siglas en inglés). La [Tabla 2](#) recoge un listado no exhaustivo de materias primas para las redes eléctricas inteligentes.

Tabla 2 Equipamiento y CRM asociadas a las redes eléctricas inteligentes

Materias primas necesarias	Equipamiento
Tierras raras: disprosio, hafnio, neodimio, praseodimio, samario y terbio	Contadores inteligentes, imanes permanentes
Tierras raras: itrio, cerio, europio, terbio Metales críticos: galio, indio, telurio	Pantallas táctiles, convertidores catalíticos, aditivo de aleación
Tierras raras: erbio, hafnio, neodimio Metales críticos: silicio	Sensores, aleaciones, imanes permanentes, fibra óptica, láseres
Cobre y aluminio	Conexiones eléctricas y redes
Galio	Circuitos integrados, LED, células fotovoltaicas, semiconductores

Oro	Contactos eléctricos (relés, interruptores), juntas de soldadura, conexiones
Silicio	Circuitos integrados y componentes electrónicos en general
Plata	Componentes microelectrónicos, aleaciones para soldaduras, contactos eléctricos, circuitos impresos
Tungsteno/Wolframio	Materiales dieléctricos, filamentos, metales resistentes
Metales del grupo del platino (PGM)	Electrónica y equipos electrónicos

Fuente: Larrea Basterra (2023).

No obstante, la CAPV no realiza extracciones domésticas de minerales metálicos (Eustat, 2023a), lo que supone que debe proceder a la importación de estos o a la importación de los productos terminados o semiterminados que los contienen y avanzar en materia de economía circular, lo que permitirá el reaprovechamiento de los metales contenidos en productos que han llegado al final de su vida útil.

2.4.2 Capital físico

De acuerdo con Orkestra (2023) se debe contar con los *stocks* adecuados de capital físico para impulsar una transformación integral que repercutirá en toda la economía, facilitando nuevas maneras de producir, distribuir y consumir bienes y servicios. En caso de no disponer del *stock* necesario, deberá desarrollarse. En esta línea, se establece la relevancia de acometer las inversiones en infraestructuras físicas necesarias para llevar a cabo la transición energética y digital.

Fortalecer las redes eléctricas, mejorar su flexibilidad, garantizar la calidad del suministro y establecer vínculos con otros sectores energéticos como el transporte, la construcción, la industria y el hidrógeno, puede apoyar el crecimiento de las renovables, incluidas las distribuidas, dando forma al sistema energético del futuro (ENTSO-E, 2024). Es decir, la infraestructura es clave para el aprovechamiento del capital natural renovable de la CAPV. La [Tabla 3](#) recoge detalles de las redes de transporte de la CAPV.

Tabla 3 Redes de transporte de electricidad de la CAPV (2023)

Año 2023	País Vasco	España	% del total	Mapa de las redes de transporte de electricidad en la CAPV
km circuitos 400 kV	699	22.057	3,2	
km circuitos 220 kV	662	20.220	3,3	
km circuitos <220 kV	0	2.945	0,0	
km circuitos	1.361	45.222	3,0	
Posiciones 400 kV	90	1.698	5,3	
Posiciones 220 kV	150	3.587	4,2	
Posiciones <220 kV	0	1.192	0,0	
Posiciones	240	6.477	3,7	
Transformadores* (MVA)	5.100	91.935	5,5	

Nota 1: * = no contempla desfases.

Nota 2: Incluye los activos de la red de transporte de todas las empresas.

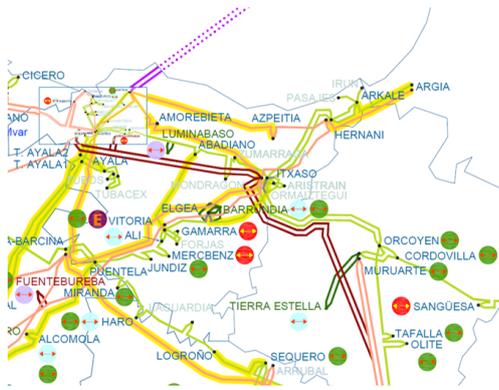
Fuente: Red Eléctrica (2023) y Red Eléctrica (2015).

De acuerdo con Red Eléctrica & Gobierno de España (2020) se estiman a 2026 unas inversiones en la CAPV de alrededor de 120 millones de euros, de los que 71 millones serán sobre la red de partida y el resto nuevas actuaciones. En abril de 2024 se incluyeron tres propuestas de modificación relacionadas con nuevas demandas (industriales y de centros de datos²⁶ entre otros): (i) en Arrigorriaga (6,5 millones de euros de sobrecoste); (ii) Álava (10,4 millones de euros de sobrecoste) y (iii) Santurce 220 kV (0 euros de sobrecoste).

Además, se plantea la interconexión con Francia por tres puntos (proyecto de interés común de acuerdo con European Commission (s.f.)), entre ellos la interconexión por el Golfo de Vizcaya con Francia con puesta en servicio en 2026-2028 y dos proyectos de refuerzo. El Mapa 1 recoge más detalle sobre las inversiones en interconexiones y otros.

²⁶ En septiembre de 2024 el Gobierno de España anunció que las empresas promotoras de centros de datos (así como las de proyectos de hidrógeno) tendrán que concursar por el acceso a los nudos de la red, siempre que las solicitudes superen la capacidad de este punto de la infraestructura de la red eléctrica. El objetivo es que, cuando esto suceda, los proyectos compitan por su capacidad de evitar emisiones de GEI así como por su impacto socioeconómico y territorial, como instrumento para abordar el creciente rechazo social a la instalación de grandes parques de renovables asociados a este tipo de inversiones (María, 2024).

Mapa 1 Inversiones en la red de transporte de energía eléctrica 2021-2026 en la CAPV



Planificación de interconexiones	CAPEX (M€)	OPEX (M€/año)	Listado de actuaciones	Descripción
INT_ESP-FRA_1: Interconexión España - Francia por el Golfo de Vizcaya	939,6	9,29	Ampliación de subestaciones, nuevas estaciones convertoras, nuevas líneas y cables	El proyecto consiste en una nueva interconexión submarina entre España y Francia en corriente continua, con tecnología VSC y formado por dos monopolos simétricos de 400 kV y 1.000 MW cada uno. Esta interconexión conectará la subestación existente de Gatic de 400kV mediante un doble circuito de 400kV.
INT_ESP-FRA_2: Refuerzos interconexión España - Francia (Gatica)	11	0,16	Ampliación de subestaciones, repotenciación de líneas, nuevos transformadores	El proyecto comprende los refuerzos internos asociados a la futura interconexión submarina entre España y Francia por el Golfo de Vizcaya: • Repotenciones de las líneas Gatica-Gueñes 400kV, Gatica-Azpeitia 400kV, Gatica - Amorebieta y Amorebieta-Ixaso 400kV. • Nuevo transformador en Gatica 400/220 kV (>2026)
INT_ESP-FRA_3: Refuerzos interconexión España - Francia (Hernani-Argia)	6,6	-	Cambios de conductor	El proyecto consiste en la renovación con cambio de conductor del actual tramo Hernani - Frontera Francesa 400 kV de la línea Hernani-Argia

Planificación	CAPEX (M€)	OPEX (M€/año)	Listado de actuaciones
Actuación RDP_Norte: Red de partida Navarra, País Vasco y La Rioja	76 M€	0,99 M€/año	Nuevas subestaciones, ampliación de subestaciones, nuevas líneas y cables (Gueñes-Ixaso, Luminabaso, La Serna), repotenciación de líneas y nuevos STATCOM
AF_02: Alimentación de eje ferroviario: Burgos-Vitoria	1,1 M€	0,14 M€/año	Ampliación de subestaciones
APD_PVA: Apoyo a la red de distribución del País Vasco	30,8 M€	0,73 M€/año	Nuevas subestaciones, nuevas adecuaciones a PD, ampliación de subestaciones, nuevas líneas y cables (Abanto, Ali, Barrundia, Elgea)
Nuevo eje Navarra-País Vasco: integración de renovables y soluciones técnicas	65,2 M€	0,43 M€/año	Ampliación de subestaciones, nuevas líneas y cables

Nota: Red Eléctrica está invirtiendo en Dynamic Line Rating (DLR), desplegando más de 750 dispositivos DLR para maximizar el uso de la red de transporte (Smart Grids Info, 2024b)²⁷.

Fuente: elaboración propia a partir de Red Eléctrica & Gobierno de España (2020).

Si bien es algo generalizado en España, en el caso de la CAPV, el porcentaje de peticiones denegadas de conexión a la red de distribución es muy relevante tanto en generación como en consumos industriales y baterías. Esto significa que las redes ya son un cuello de botella para la descarbonización de la industria en el territorio.

En este sentido, las redes actualmente disponibles en la CAPV son las diseñadas bajo los criterios de los años setenta del pasado siglo, únicamente preparadas para absorber crecimiento vegetativo y no para los elevados requerimientos de electrificación actuales, tanto en cantidad como en potencia (generación renovable, electrificación del consumo y baterías). Hay que señalar que también se debe invertir en hacer resiliente la infraestructura al cambio climático.

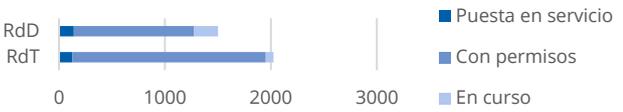
Por ello, se necesita adoptar medidas para (i) reforzar las conexiones entre las redes de transporte y de distribución, (ii) expandir la red de 132 kV y repotenciar la existente, (iii) desarrollar nuevos centros de transformación y subestaciones así como redimensionar y mejorar la eficiencia de los existentes, (iv) cambiar el trazado de las líneas para evitar zonas

²⁷ Estos equipos permiten la integración de la generación renovable y garantizar el suministro eléctrico. “Los sistemas DLR se componen de sensores y estaciones meteorológicas que capturan diferentes parámetros de los conductores y las condiciones ambientales en tiempo real, sistemas avanzados de comunicación IoT y algoritmos de cálculo con inteligencia artificial. Gracias a ello se podrá estimar en todo momento y con precisión la capacidad (dinámica) de transporte de las líneas y optimizar su uso” (Smart Grids Info, 2024b).

inundables incluida la elevación e impermeabilización de los equipos y (v) promover la eficiencia energética y el uso de conductores de resistencia más elevada.

La [Tabla 4](#) presenta los datos de la capacidad de acceso de instalaciones a la red (tanto de transporte como de distribución) eléctrica para la CAPV a fecha de julio de 2024. Como se puede observar, en hidráulica y otras tecnologías está todo ya en servicio. Sin embargo, en el resto de las tecnologías, la mayor parte de las solicitudes tienen permisos, pero todavía no han entrado en funcionamiento.

Tabla 4 Datos de capacidad de acceso de instalaciones (MW)

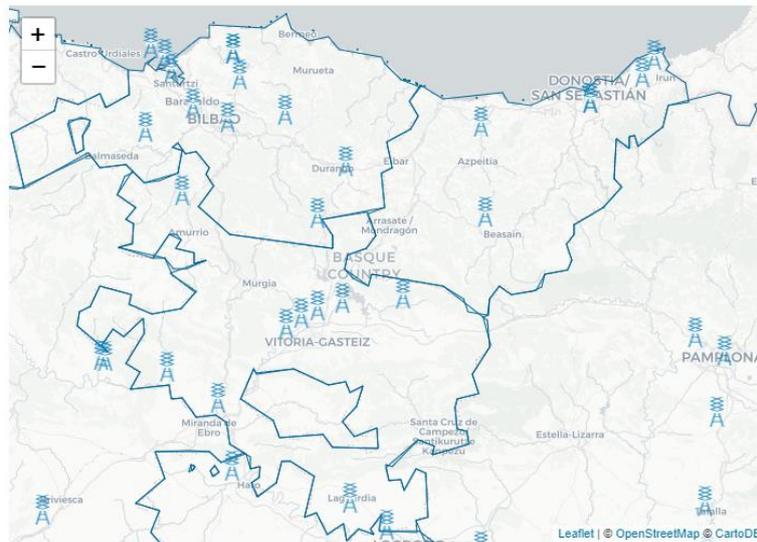
Eólica	RdT	RdD	
Puesta en servicio	126	140	
Con permisos	1.826	1.131	
En curso	72	230	
Fotovoltaica	RdT	RdD	
Puesta en servicio	0	5	
Con permisos	1.990	103	
En curso	64	196	
Baterías	RdT	RdD	
Puesta en servicio	0	6	
Con permisos	29	844	
En curso	69	0	
Hibridación	RdT	RdD	
Puesta en servicio	0	0	
Con permisos	0	32	
En curso	0	0	
Hidráulica	RdT	RdD	
Puesta en servicio	785	35	
Con permisos	0	0	
En curso	0	0	
Otras tecnologías	RdT	RdD	
Puesta en servicio	1.230	639	
Con permisos	0	21	
En curso	0	0	

Nota: RdT = red de transporte, RdD = red de distribución.

Fuente: Red Eléctrica (2024c).

El [Mapa 2](#) recoge los nudos existentes en la CAPV, de 220 y 400 kV, es decir, aquellos emplazamientos donde confluyen tres o más líneas eléctricas o transformadores con el mismo nivel de tensión.

Mapa 2 Nudos de 220 y 400 kV en la CAPV



Fuente: Red Eléctrica (2024a).

En materia de redes inteligentes o *smart grids*, entre 2011 y 2015, el Gobierno Vasco, a través del Ente Vasco de la Energía e i-DE, desarrollaron el proyecto Bidelek Sareak, cuyo objetivo era dotar de redes inteligentes a zonas rurales y urbanas (Lea Artibai, Portugaleta y Bilbao, entre otros) para mejorar la eficiencia y la seguridad del suministro eléctrico permitiendo alcanzar un sistema más flexible, robusto y seguro. Como resultado, la CAPV tiene más de 415.000 contadores inteligentes, tecnologías avanzadas en 2.400 centros de transformación y tres subestaciones eléctricas modernizadas con tecnología digital (EVE, s.f.).

En la CAPV, i-DE (Iberdrola Distribución Eléctrica) gestiona más de 4.430 km de líneas de alta tensión y más de 18.600 km de líneas de baja tensión. Asimismo, cuenta con 11.916 centros de transformación en servicio y 165 subestaciones (El Diario Vasco, 2023). Debido a que cuenta con todas estas instalaciones así como a las revisiones, reconocimientos y seguimientos periódicos que realiza, la compañía mantiene en el territorio un nivel de calidad de servicio por encima de la media nacional (El Diario Vasco, 2023). Ello además permite mejorar la seguridad y la calidad del suministro energético, la eficiencia operativa y una mejor integración de los sectores energéticos, permitiendo el impulso de nuevas tecnologías como los electrolizadores, bombas de calor en los sectores de la edificación e industrial.

A todo esto, hay que añadir la inversión necesaria para garantizar la resiliencia de la infraestructura de transporte y distribución eléctrica ante el cambio climático. En este sentido, las redes eléctricas son una infraestructura especialmente vulnerable al cambio climático, a las que conviene prestar atención debido a la tendencia a la electrificación (Tecnalia et al., 2020). Para ello, se deben plantear medidas como (Chatterjee, 2024; IAEA, 2019): (i) cambiar el trazado de las líneas para evitar zonas inundables incluida la elevación e impermeabilización de los equipos (centros de transformación, subestaciones, etc.); (ii) promover la eficiencia energética

y el uso de conductores de resistencia más elevada; y (iii) mejorar la eficiencia del equipamiento de los centros de transformación y subestaciones (transformadores, equipos de medida, etc.).

“Diferentes estudios han estimado entre 38.000 y 46.000 millones de euros los costes de adaptar las redes eléctricas a la transición energética” (Tecnalia et al., 2020).

2.4.3 Financiación

Esta palanca recoge todos los factores que posibilitan la financiación de la generación de valor económico y de bienestar. Se considera crítico garantizar las herramientas e instrumentos adecuados para la financiación de las inversiones que, como ya se ha indicado, son imprescindibles para la transición hacia la descarbonización y las redes eléctricas, tanto en la CAPV (ver sección 2.4.2) como en el resto de España y del mundo (ver secciones 3.1 y 3.2).

La actividad de las redes eléctricas está regulada, de la misma manera que lo está su remuneración. Con larga tradición y madurez tecnológica, *a priori*, se considera una inversión con reducidos riesgos. Sin embargo, existen dificultades que destacar.

En primer lugar, aunque las instalaciones entren en funcionamiento en un año, no es hasta dos años después que comienzan a recibir la remuneración por la inversión. Se les compensa por este retraso, pero de acuerdo con Rodríguez (2024) convendría adelantar el inicio del pago por sus repercusiones positivas en términos financieros.

En segundo lugar, en los últimos años, las empresas de redes han venido recibiendo una remuneración provisional (de hecho, en la actualidad está pendiente el cierre desde 2016 incluido), dado que hay un retraso en el cierre de las retribuciones definitivas por parte del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miteco) debido a la complejidad de llevarlas a cabo.

En lo que se refiere al periodo regulatorio, en estos momentos está pendiente la resolución de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) para establecer la retribución de 2020. Este retraso genera incertidumbre para los inversores.

Por su parte, el modelo retributivo aplicado en España tiene como base un modelo de reconocimiento de las inversiones ya realizadas y el coste medio ponderado del capital²⁸ (WACC por sus siglas en inglés). Desde el 1 de enero de 2020 y hasta el 31 de diciembre de 2025, el WACC para la actividad de transporte y distribución eléctrica es del 5,58 %, cifra que no promueve nuevas inversiones en el territorio.

Si bien no existe discusión sobre su uso como método, sí la existe sobre cómo construir cada parámetro que lo compone. En este sentido, esta tasa retributiva condiciona de manera determinante los incentivos para invertir en redes y si esta no se percibe como suficiente en el nuevo período regulatorio (2026-2031) pueden no acometerse las inversiones necesarias, incluso teniendo financiación.

²⁸ En mayo de 2024 la CNMC abrió una consulta para recibir comentarios sobre el cálculo de los parámetros vinculados al WACC.

De esta manera, la limitación para la inversión en redes no está en la capacidad de financiación de las compañías de redes eléctricas sino en las limitaciones regulatorias, como el límite a la inversión y la falta de retribución a las inversiones anticipadas. Aunque se detallará en la sección 3.2, existe una restricción cuantitativa al volumen de inversiones reconocidas, debido a que, con anterioridad, la remuneración no estaba pensada para responder a los retos y necesidades actuales, con una oferta de renovables creciente (algunas de pequeñas dimensiones) y una electrificación del transporte.

Por otra parte, además de los inconvenientes o requerimientos anteriores, existen otros nuevas necesidades de financiación relacionadas con la necesidad de garantizar un suministro de energía fiable, adaptarse a las conexiones de red y abordar la ciberseguridad, en un contexto en el que la expansión de la red eléctrica va por detrás de la demanda de nuevas conexiones, que actualmente no se abordan de manera apropiada por la normativa vigente.

En esta situación, en la que la infraestructura y los sistemas tecnológicos actuales tienen varias décadas de antigüedad, no están equipados suficientemente, y donde la gestión de la flexibilidad no está madura para abordar los retos futuros, Accenture & Eurelectric (2024) consideran que los operadores de la red deberían contar con el apoyo de una regulación clara para digitalizar la construcción, operación y mantenimiento de la red eléctrica. En efecto, los reguladores deben ser capaces de promover la inversión en digitalización y garantizar una compensación adecuada.

Esta digitalización se enfrenta además al problema de que, en muchos, casos las tecnologías no están suficientemente maduras, lo que añade incertidumbre sobre su viabilidad futura y dificulta la capacidad de obtener financiación. No obstante, una adecuada inversión en redes y en su digitalización podría evitar inversiones en activos como los de generación.

Hay tres principales ejes desde los que se puede analizar la palanca de financiación: la Administración Pública, las empresas y el exterior (Orkestra, 2021). A continuación, se analizan los tres ejes.

Por el lado de la Administración Pública, de acuerdo con P. Chaves et al. (2021), el marco regulatorio debe ofrecer instrumentos de financiación, con especial énfasis en los sectores regulados. En esta línea se plantean nuevos enfoques de innovación regulatoria²⁹, entre ellos, proyectos piloto como el Bidelek Sareak³⁰ con Iberdrola.

El Gobierno Vasco también coopera en proyectos de interés especial con empresas. En este sentido, puede citarse la colaboración con Iberdrola España para mejorar los tendidos eléctricos y proteger determinadas zonas del Urdaibai (Iberdrola España, 2023). Para ello, el Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente ha destinado 352.810 euros para modernizar y digitalizar la red eléctrica, mediante la firma de un convenio (firmado en noviembre de 2023) con i-DE, distribuidora de Iberdrola España, para cuatro años y en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, financiado por Next Generation EU.

²⁹ Para más detalle ver sección 2.4.6.

³⁰ Para más detalle ver sección 2.4.2.

Desde los ochenta del pasado siglo, el Gobierno Vasco ha creado instituciones y diseñado programas e instrumentos de apoyo para ayudar a las empresas industriales y, en particular, las pequeñas y medianas empresas (pymes), a superar los desafíos económicos y empresariales. Entre estas instituciones se encuentran la Agencia Vasca de Desarrollo Empresarial (SPRI), el Instituto Vasco de Finanzas (IVF), la sociedad Gestión de Capital Riesgo de Euskadi, la agencia Basque Trade and Investment y la Sociedad de Garantía Recíproca Elkargi (Fernández Gómez & Larrea Basterra, 2021, 2022a).

Entre los instrumentos de apoyo más habituales están los préstamos, las garantías de crédito y las inversiones en capital. Asimismo, se ofrecen adelantos de tesorería reembolsables y la bonificación de intereses. La CAPV cuenta con programas como Gauzatu Industria, Indartu, Reindus, Renove Industry 4.0, Renove Industrial Machinery, Hazitek, Elkartek, Hazinnova o Bind 4.0. También ofrece apoyo económico mediante fondos dedicados a diversas políticas (e.g., Fondo Finkatuz³¹). En 2024, cuenta, entre otros, con un programa de ciberseguridad industrial, otro para competencias digitales profesionales, y MOVES III³² y T Energética que incluyen un apartado para el desarrollo de infraestructura de recarga (Departamento de Industria, Transición Energética y Sostenibilidad, 2024).

Asimismo, la gestión de capital riesgo ofrece fondos para iniciativas de capital riesgo y colabora en la gestión de las compañías, en la elaboración de planes estratégicos, etc. También se ofrece a las pymes préstamos bancarios para financiar el capital circulante, líneas de crédito, avances para programas de I+D con fondos externos o garantías financieras y técnicas (Fernández Gómez & Larrea Basterra, 2022a). La Sociedad de Capital Desarrollo de Euskadi SOCADE, S.A. busca invertir en empresas tractoras que quieren expandirse a través de la innovación y la internacionalización, estando su estrategia de inversión alineada con la estrategia de especialización inteligente definida por el Gobierno Vasco (Departamento de Hacienda y Finanzas, 2024).

Además, se encuentra el Ente Vasco de la Energía (EVE), que ejerce una función relevante en la financiación de inversiones y proyectos verdes y sostenibles, en el ámbito de la energía y que ha participado entre otros en el proyecto ya mencionado de redes eléctricas Bidelek Sareak. El EVE respalda el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructuras y la creación de empresas especializadas en nuevas tecnologías mediante inversiones de capital y subvenciones (i.e., en eficiencia energética, renovables, movilidad sostenible). También se dedica a promover la I+D en energía (e.g., participando en proyectos de demostración de energías renovables) entre otros (Fernández Gómez & Larrea Basterra, 2021, 2022a).

También, el Gobierno Vasco ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de un mercado de bonos sostenibles desde 2018. Estas emisiones forman parte de una estrategia para crear un ecosistema de financiación verde que ayude a abordar los desafíos

³¹ El Fondo Finkatuz que, gestionado por el Instituto Vasco de Finanzas, invierte en sectores estratégicos considerados preferentes, entre ellos energía, tecnologías electrónicas y de la información (Consejo de Gobierno, 2023). Sin embargo, este fondo contaba en primavera de 2024 con alrededor de dos tercios del presupuesto sin emplear (Pereda, 2024b).

³² Este programa es del Gobierno de España pero es gestionado por las Comunidades Autónomas.

medioambientales, económicos y sociales del territorio (Fernández Gómez & Larrea Basterra, 2021, 2022a).

La CAPV también dispone de un Foro de Gestión y Finanzas, asociación para intercambiar conocimiento y experiencia en gestión empresarial, obtener ventajas, organizar y coordinar actividades para ampliar el conocimiento profesional, elaborar información y estrechar relaciones entre los participantes (Foro de Gestión y Finanzas, 2024), uno de cuyos asociados es Arteché.

Las empresas y agentes involucrados en las redes eléctricas también pueden acceder a financiación europea. En este sentido, la distribución de la financiación comunitaria en materias de redes a nivel regional coincide aproximadamente con la distribución de las participaciones, pero no siempre es el caso (Vasiljevska et al., 2021). En términos de fondos europeos recabados, la Comunidad de Madrid (con 79,1 millones de euros) y la CAPV (con 78,1 millones de euros), se encuentran entre las cinco regiones que mayor volumen de financiación comunitaria han recibido. En el caso de Madrid, el principal destino fue gestión de la demanda y en el caso de la CAPV fue ciudades inteligentes.

De acuerdo con P. Chaves et al. (2021), el marco regulatorio debe ofrecer instrumentos de financiación, con especial énfasis en los sectores regulados. En esta línea se plantean nuevos enfoques de innovación regulatoria para poder experimentar dónde se combinan las variables dónde se realiza la innovación y los agentes involucrado. Entre estos enfoques de innovación regulatoria pueden destacarse cuatro posibilidades³³: (i) iniciativas para el despliegue de tecnologías, (ii) proyectos piloto (como Bidelek Sareak³⁴), (iii) proyectos piloto regulatorios y (iv) los proyectos de *sandbox* o bancos de prueba regulatorios.

Sin embargo, de acuerdo con Orkestra (2023), el sector público no puede liderar el camino hacia el desarrollo de un ecosistema de financiación verde. Su misión debe ser el desarrollo de instrumentos que incentiven la inversión para la descarbonización en general y las redes eléctricas en particular, lo que debe realizarse según las recomendaciones que se recogen en la [Figura 5](#).

³³ Para más detalle ver sección 2.4.6.

³⁴ Para más detalle ver sección 2.4.2.

Figura 5 Recomendaciones para el diseño, implementación, seguimiento y evaluación de incentivos a la inversión en tecnologías limpias

¿Quién recibe? <input checked="" type="checkbox"/>	• Los incentivos deben orientarse a las personas o entidades que se ven afectadas por distorsiones de mercado que les impidan adoptar las decisiones de inversión necesarias.
¿Quién otorga? <input checked="" type="checkbox"/>	• Existe una gran variedad de programas e instituciones que conceden los incentivos a la inversión dentro de un territorio. Así, quienes otorgan los incentivos deben estar coordinados entre sí para optimizar el uso de los fondos.
¿Cuándo se recibe? <input checked="" type="checkbox"/>	• Se requiere que el incentivo llegue en el momento adecuado , mantener una duración que permita realizar las inversiones necesarias en el tiempo y además ser sostenible a largo plazo.
¿Qué o cuánto se recibe? <input checked="" type="checkbox"/>	• La cuantía de los incentivos es relevante pues se requieren grandes volúmenes de inversión, sin embargo hay que evitar incurrir en una carrera o guerra de incentivos que pueda perjudicar a todos los países (en mayor o menor medida).
¿Por qué se reciben? <input checked="" type="checkbox"/>	• A la hora de solicitar los incentivos existe todo un conjunto de requisitos que se deben cumplir. Estos requisitos no deben convertirse en obstáculos para los agentes sin los recursos adecuados para presentar solicitudes.
¿Cómo se implementan y monitorean? <input checked="" type="checkbox"/>	• Una vez los incentivos llegan a sus destinatarios hace falta que las entidades que los brindan realicen un seguimiento para garantizar su correcto uso, implementación y efectividad.
¿Cómo se evalúan? <input checked="" type="checkbox"/>	• Es recomendable contar con un órgano que asegure a los contribuyentes que los procesos de diseño, concesión, seguimiento y evaluación de los incentivos son rigurosos. • Se requiere evaluar el impacto de los programas de incentivos que se están desarrollando, más allá de los objetivos medioambientales de estos.

Fuente: Larrea Basterra & Mosquera López (2024).

Por lo anterior, se requiere la participación y liderazgo de las entidades financieras privadas (i.e., bancos, inversores, financiación alternativa, compañías de seguros, consultoras, agencias calificadoras, etc.) así como otras fuentes, propias de las empresas y del exterior.

Si bien el ecosistema financiero de la CAPV tuvo en el pasado una fuerte incidencia en la economía vasca, su presencia ha ido cayendo durante las últimas tres décadas como resultado de la concentración en polos financieros en Europa o la deslocalización de los centros bancarios en España (i.e., BBVA) o la venta de participaciones industriales de las entidades financieras exigida por el Banco Central Europeo (Orkestra, 2023).

Las empresas de la CAPV relacionadas con las redes eléctricas buscan cómo financiar sus actividades por otras fuentes. Las diferencias en el tamaño de los agentes influyen en sus capacidades de conseguirla. De esta manera, una gran empresa como Iberdrola (matriz de i-DE) basa su modelo financiero en financiar al grupo desde el *holding*, mediante operaciones que cuentan con la garantía incondicional e irrevocable de Iberdrola S.A (Iberdrola, 2024b). En

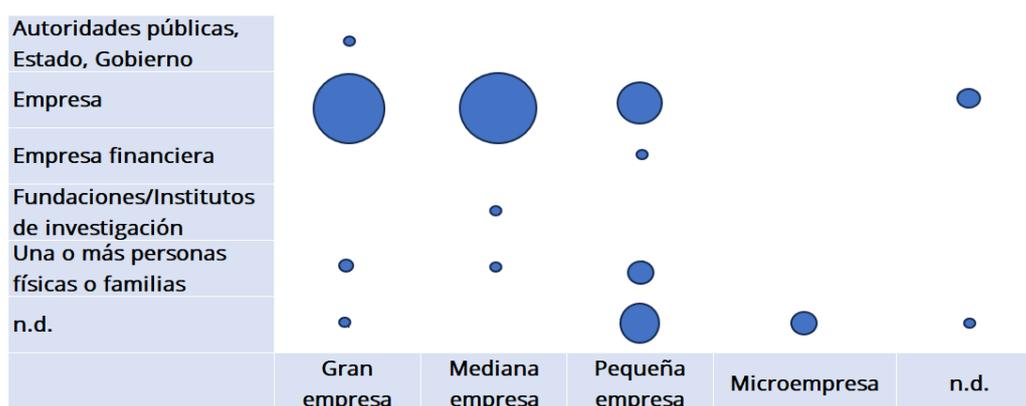
esta línea, Iberdrola tiene una amplia experiencia en la emisión de bonos verdes, donde ha realizado emisiones desde 2014 (Fernández Gómez & Larrea Basterra, 2022a).

Asimismo, también consigue financiación de otras fuentes internacionales como el Banco Europeo de Inversiones (BEI) para la expansión de redes eléctricas en España. En este sentido, puede destacarse un reciente préstamo para un proyecto cuya inversión total asciende a 1.440 millones, donde 700 millones los aporta el BEI y el resto la compañía. Dicho proyecto tiene como finalidad incrementar la eficiencia y resiliencia de la red de distribución eléctrica, facilitar la conexión, los nuevos usos de electrificación (i.e., la bomba de calor o la movilidad eléctrica) e integrar más fuentes de energías renovables a la red (Iberdrola, 2024c).

Sus acciones, a través de Avangrid, cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York (New York Stock Exchange) y mediante su filial Neenergía cotiza en la Bolsa brasileña. Asimismo, sus acciones forman parte de más de 65 índices internacionales como el Dow Jones, EuroStoxx 50 o el Dow Jones Sustainability Index (Iberdrola, 2024a).

No obstante, no todas las empresas relacionadas con las redes eléctricas tienen la misma capacidad de acceder a determinadas fuentes de financiación. En el caso de la CAPV, la mayor parte de las empresas del Clúster de la Energía relacionadas con las redes eléctricas pertenecen a otros grupos empresariales. No obstante, también hay siete empresas cuyos accionistas (de acuerdo con SABI) son personas físicas o grupos familiares, por lo cual existe una mayor dificultad para acceder a financiación, lo que hace que el tamaño de la empresa sea menor. Además, si bien un gran grupo de estas compañías puede categorizarse bajo el concepto de gran empresa (16 de 59), 39 son microempresas, pequeñas y medianas empresas.

Figura 6 Naturaleza de la propiedad de la empresa vs. tamaño de la empresa



Nota: n.d.= no disponible

Fuente: elaboración propia a partir de SABI.

A continuación, se presentan datos agregados³⁵ para gran parte de las empresas que forman parte de la iniciativa del Clúster de la Energía Smart Grids Basque Country³⁶.

Tabla 5 Inversiones financieras a corto y largo plazo en millones de euros según la clasificación de actividades de Smart Grids Basque Country (2022)

Actividad	Inversiones en empresas del grupo y asociadas a largo plazo	Inversiones financieras a largo plazo	Inversiones en empresas del grupo y asociadas a corto plazo	Inversiones financieras a corto plazo
Operadores de red	2,58	340,61	10,37	313,8
Servicios de diseño, ingeniería y consultoría	160,66	14,83	8,78	5,18
Instalación, mantenimiento y atención al cliente	14,7	2,16	27,54	3,06
Análisis y gestión de datos	1.653,8	198,03	132,88	4,64
Servicios orientados al consumidor y participación de nuevos usuarios	1.572,02	196,62	133,95	3,43
Equipos avanzados para la red de alta y media tensión y soluciones digitales	82,82	1,06	35,67	0,03
Electrónica de potencia y almacenamiento	22,98	0,78	14,22	0,39
Contadores inteligentes y equipos de medida	340,12	10,15	41,51	2,15
Pruebas y certificación	0	0,05	0	0
Totales	2.202,57	566,56	269,59	328,01

Nota: se han incluido en los cálculos de cada indicador todas las empresas clasificadas en cada actividad de la cadena de valor de acuerdo con la iniciativa del Clúster de la Energía Smart Grids Basque Country. Como consecuencia, existen casos donde una empresa aparece en más de una actividad. En dichos casos, por falta de información de detalle sobre el peso de cada actividad en la operación de la empresa, se ha incluido la totalidad del indicador, lo que resulta en que hay empresas duplicadas. Sin embargo, los totales se han calculado teniendo en cuenta cada empresa solo una vez, por lo que pueden no coincidir la suma por actividad con la suma por columnas.

Fuente: elaboración propia a partir de SABI.

La anterior tabla recoge los volúmenes de inversiones financieras del mismo conjunto de empresas (que capturan mayormente las participaciones de empresas locales), tanto a largo

³⁵ Los datos empleados proceden de la base de datos SABI.

³⁶ La mayor parte de las empresas que forman parte de esta iniciativa tienen su sede en la CAPV, con una especial concentración en número de empresas en Vizcaya (ver sección 3.3.1). Sin embargo, para este análisis se toma el conjunto de ellas, independientemente de que puedan tener la sede en otra provincia española, ya que se busca evaluar el conjunto.

como a corto plazo. Las inversiones a largo plazo son más cuantiosas, alcanzando casi los 2.800 millones de euros, lo que supone alrededor del 3,2 % del PIB de la CAPV. En total, tanto a largo como a corto plazo, las inversiones totales ascienden a 3.367 millones de euros. Las empresas de la actividad suministradores de gestores de datos, análisis de datos y TICs son las que mayores volúmenes de inversión están acometiendo (1.989 millones de euros); seguidas por los servicios de diseño, ingeniería y consultoría (1.906 millones de euros) y de los operadores de red (667 millones de euros).

El apalancamiento financiero³⁷ para el conjunto de empresas es elevado de 86,32 (estimado a partir de datos de SABI)³⁸. Por ámbitos de actividad, en los casos de los operadores de la red, los servicios de instalación, mantenimiento y post venta, equipos digitales avanzados para la protección, automatización, control y comunicación en alta y media tensión, la electrónica de potencia y almacenamiento y los contadores inteligentes y equipos de medición se sitúa por encima de 100, en particular en 125, 164, 145, 115 y 152, respectivamente.

Estas cifras, algunas de las cuales son relativamente elevadas y pueden ser un elemento que influya en la toma de decisión de potenciales inversores, se deben a los niveles de apalancamiento de un pequeño grupo de empresas, que se distribuyen por las diferentes áreas de actividad.

Tabla 6 Promedio de la ratio de apalancamiento financiero por rama de actividad relacionada con las redes eléctricas según la clasificación Smart Grids Basque Country (2022)

Actividad	Ratio de apalancamiento promedio (%)
Operadores de red	124,99
Servicios de diseño, ingeniería y consultoría	9,44
Instalación, mantenimiento y atención al cliente	163,55
Análisis y gestión de datos	76,85
Servicios orientados al consumidor y participación de nuevos usuarios	50,15
Equipos avanzados para la red de alta y media tensión y soluciones digitales	144,95
Electrónica de potencia y almacenamiento	114,50
Contadores inteligentes y equipos de medida	152,09
Pruebas y certificación	4,77

³⁷ Estimado como: $\frac{\text{Pasivo fijo} + \text{deuda financiera}}{\text{Fondos propios}}$

³⁸ Generalmente un apalancamiento inferior al 25 % es reducido; óptimo entre el 25 y el 50 % y elevado cuando es superior al 50 % (IG, s.f.).

Totales	
---------	--

Nota: se han incluido en los cálculos de cada indicador todas las empresas clasificadas en cada actividad de la cadena de valor de acuerdo con la iniciativa del Clúster de la Energía Smart Grids Basque Country. Como consecuencia, existen casos donde una empresa aparece en más de una actividad. En dichos casos, por falta de información de detalle sobre el peso de cada actividad en la operación de la empresa, se ha incluido la totalidad del indicador, lo que resulta en que hay empresas duplicadas. Sin embargo, los totales se han calculado teniendo en cuenta cada empresa solo una vez, por lo que pueden no coincidir la suma por actividad con la suma por columnas.

Fuente: elaboración propia a partir de SABI.

El patrimonio neto y los activos financieros son indicadores clave. Los datos de activo total de los operadores de red son especialmente elevados respecto al resto, debido a que se trata de una actividad no exclusiva de la CAPV. Se evidencia un mayor nivel de patrimonio neto en los operadores de red, los servicios de diseño, ingeniería y consultoría, y de los suministros de gestores de datos, análisis de datos y TICs. Los servicios de instalación, mantenimiento y post venta ocupan la siguiente posición.

Tabla 7 Total inversiones financieras, activo total y patrimonio neto (millones de euros) de las actividades asociadas a las redes eléctricas según la clasificación Smart Grids Basque Country (2022)

Actividad	Inversiones financieras a corto y largo plazo	Total Activo	Patrimonio neto
Operadores de red	654,40	24.775,33	9.341,17
Servicios de diseño, ingeniería y consultoría	20,00	784,51	4.731,99
Instalación, mantenimiento y atención al cliente	5,21	1.646,17	985,66
Análisis y gestión de datos	202,68	4.802,55	1.917,70
Servicios orientados al consumidor y participación de nuevos usuarios	200,05	3.822,32	847,48
Equipos avanzados para la red de alta y media tensión y soluciones digitales	1,08	1.056,72	151,05
Electrónica de potencia y almacenamiento	1,17	203,72	39,00
Contadores inteligentes y equipos de medida	12,30	1.068,28	466,71
Pruebas y certificación	0,06	38,62	12,10
Totales	894,57	33.449,97	16.627,28

Nota: se han incluido en los cálculos de cada indicador todas las empresas clasificadas en cada actividad de la cadena de valor de acuerdo con la iniciativa del Clúster de la Energía Smart Grids Basque Country. Como consecuencia, existen casos donde una empresa aparece en más de una actividad. En dichos casos, por falta de información de detalle sobre el peso de cada actividad en la operación de la empresa, se ha incluido la totalidad del indicador, lo que resulta en que hay empresas duplicadas. Sin embargo, los totales se han calculado teniendo en cuenta cada empresa solo una vez, por lo que pueden no coincidir la suma por actividad con la suma por columnas.

Fuente: elaboración propia a partir de SABI.

En conjunto, las empresas parten de una situación general positiva, que les hace atractivas para atraer inversiones extranjeras. No solo la posición económica-financiera de la empresa puede atraer dicha inversión, sino que el contexto que se ha descrito puede parecer favorable para ello (innovación, capital humano, etc.). Como consecuencia, la atracción de inversión puede realizarse de dos maneras: vía adquisición de una empresa local o vía inversión directa.

No obstante, en este ámbito, se pueden realizar esfuerzos adicionales para atraer inversiones extranjeras, teniendo en cuenta las necesidades actuales de financiación y el potencial de futuro en términos de actividad en este sector.

2.4.4 Conocimiento

La palanca denominada conocimiento congrega aquellos activos intangibles basados en el conocimiento y las TIC que aportan valor económico y bienestar. En esta palanca, de acuerdo con Orkestra (2021), se analizan cuestiones relacionadas con la I+D, la propiedad intelectual y las TIC, que impactan en la mejora de los resultados de competitividad y bienestar y que suelen estar muy ligadas a la innovación³⁹. En efecto, además de desarrollar nuevas infraestructuras es necesario facilitar inversiones en conocimiento de redes eléctricas que permitan acelerar la transición hacia una competitividad medioambientalmente sostenible.

De acuerdo con Norouzi et al. (2023), debido a su naturaleza potencialmente disruptiva, las redes eléctricas inteligentes pueden verse desde una perspectiva de sistemas tanto transformadores como de innovación. En efecto, para hacer frente a un flujo de energía bidireccional se requiere incluir otros conceptos como la flexibilidad en el sistema eléctrico para abordar cuestiones de equilibrio. Esta flexibilidad, a su vez, puede lograrse mediante diferentes tecnologías (muchas en fases de desarrollo y prueba), como dispositivos de almacenamiento o sistemas de vehículo a red. Para todo ello, las tecnologías de la información, las estrategias de control y los sistemas de gestión de energía son un elemento clave en el diseño de las redes inteligentes.

El tránsito hacia las redes inteligentes requiere de las tecnologías digitales, que pueden ayudar a resolver desafíos operativos actuales y respaldar la integración de recursos energéticos renovables y distribuidos, optimizando la eficiencia del sistema; así como de una mayor velocidad de transformación. Esta transformación digital de la red facilitará el despliegue de herramientas de simulación, como los gemelos digitales. La IA se empleará para optimizar los sistemas energéticos, incluido el mantenimiento. Por su parte, la ciberseguridad se está convirtiendo en un requisito cada vez más esencial para garantizar la seguridad del sistema energético (ENTSO-E, 2024).

IEA (2024a) señala que Europa se ha perfilado como un centro de especialización en tecnología de redes inteligentes, según el índice Ventaja Tecnológica Revelada (RTA). Por el contrario, Japón, Estados Unidos y China tienen índices RTA menores, lo que sugiere una falta de especialización clara en este ámbito de la innovación. La CAPV a través de estrategia tecnológica Energibasque busca la especialización en determinadas áreas energéticas, entre ellas las redes

³⁹ Más detalle sobre la innovación en redes inteligentes se puede leer en la sección 2.2.4.

eléctricas. En este sentido, se puede señalar que en 2021, el 45 % del gasto en I+D se dirigió a producción y tecnología industrial y el 12,8 % a energía (Orkestra, 2023).

La generación e implementación de nuevos conocimientos es clave para garantizar la competitividad de la CAPV, pero también es fundamental que estos estén orientados hacia las necesidades de la descarbonización (Orkestra, 2023), donde las redes eléctricas, como ya se ha comentado, pueden desempeñar un importante rol.

En la [Tabla 8](#) se observa que la actividad 02 Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos es de nivel tecnológico alto y la actividad 06 Fabricación de material y equipo eléctrico, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de vehículos de nivel tecnológico medio alto. En este sentido destaca el peso de la actividad de la Fabricación de material y equipo eléctrico, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de vehículos, que en el período consultado supuso casi el 22 % de todo el personal empleado en la industria. Dado que las actividades con nivel tecnológico medio alto supusieron alrededor del 27 %, se puede concluir la relevancia de estos productos de nivel tecnológico medio alto. Por su parte, la fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos (categorizada como de alto nivel tecnológico) supuso alrededor del 3,4 %, una cifra también considerable si se tiene en cuenta que se trata de una actividad de alto contenido tecnológico.

Los resultados son bastante similares para el caso del valor añadido bruto (VAB) a precio de factores, donde el VAB de la actividad 02, supuso alrededor de la mitad de las actividades de alto contenido tecnológico y gran parte de VAB de las actividades de contenido medio alto tecnológico son de la actividad 06. Por su parte, la representatividad de las ventas en ambos casos es algo inferior pero aun así mantiene en gran medida la tendencia.

Tabla 8 Porcentaje de personal ocupado, VAB y ventas netas según el contenido tecnológico de las actividades de Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos (02) y de Fabricación de material y equipo eléctrico, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de vehículos (06)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Personal ocupado (número)						
Nivel Tecnológico Alto	4,8%	4,9%	5,0%	5,0%	5,0%	5,2%
02 Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	3,2%	3,3%	3,4%	3,3%	3,4%	3,5%
Nivel Tecnológico Medio Alto	26,2%	26,9%	27,0%	27,0%	27,1%	27,2%
06 Fabricación de material y equipo eléctrico, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de vehículos	21,2%	21,7%	21,7%	21,6%	21,7%	21,7%

Valor Añadido Bruto a coste de factores						
Nivel Tecnológico Alto	5,1%	4,8%	5,7%	5,6%	5,3%	5,2%
02 Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	2,4%	2,4%	2,6%	2,5%	2,5%	2,5%
Nivel Tecnológico Medio Alto	26,4%	26,5%	26,2%	28,1%	27,4%	25,2%
06 Fabricación de material y equipo eléctrico, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de vehículos	20,9%	20,4%	20,2%	21,2%	20,5%	18,9%
Ventas netas						
Nivel Tecnológico Alto	4,2%	4,0%	4,6%	4,2%	3,7%	3,4%
02 Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	1,7%	1,8%	1,9%	1,9%	1,7%	1,6%
Nivel Tecnológico Medio Alto	26,3%	26,0%	26,9%	29,3%	27,6%	24,9%
06 Fabricación de material y equipo eléctrico, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de vehículos	21,5%	20,8%	21,4%	23,0%	21,4%	19,4%

Fuente: elaboración propia a partir de Eustat (n.d.).

Es necesario fortalecer el *know-how* en la cadena de valor de las redes inteligentes, el equipamiento de las redes, el almacenamiento y las energías renovables. Desde la concepción de un producto o servicio hasta que es comercialmente viable, este pasa por una serie de etapas cuyo avance se mide mediante los niveles de madurez tecnológica (TRL por sus siglas en inglés), que cuenta con una escala entre uno y nueve, desde la investigación básica hasta el lanzamiento comercial (FutuRed, 2015).

Para crear nuevos productos y servicios es clave disponer de una red de laboratorios. España tiene una larga tradición en investigación en todos los eslabones de la cadena productiva de las redes eléctricas (desde universidades, centros tecnológicos, fabricantes de equipo y las propias compañías eléctricas) y cuenta con numerosos centros de I+D, laboratorios e instalaciones de testeo y certificación (FutuRed, 2015). La CAPV no es ajena a ello como puede observarse en el [Mapa 3](#) y como se desprende del mapa mundial de centros urbanos de innovación en redes inteligentes (2000-2022) de la IEA (2024a).

Mapa 3 Relación de capacidades de I+D en la CAPV relacionada con las redes eléctricas



Fuente: elaboración propia sobre la base de Cluster Energía (2023), FutuRed (2015).

Asimismo, como ya se ha comentado, la CAPV cuenta con el Clúster de Energía, donde colaboran empresas de diferentes eslabones de la cadena de valor de las redes eléctricas⁴⁰. Además, en la CAPV se llevan a cabo diferentes tipos de proyectos de investigación como el LIFE IP Urban Klima 2050, desarrollado por Tecnalia en colaboración con la Escuela de Ingeniería (Tecnun) de la Universidad de Navarra para evaluar el impacto del cambio climático en las redes de distribución eléctrica en Zarautz y Bilbao (Smart Grids Info, 2024a). De hecho, se vienen desarrollando en los últimos años numerosos proyectos de I+D en el ámbito de las redes eléctricas, especialmente alrededor de las tecnologías digitales. Muchos de ellos son en colaboración entre empresas y Centros de investigación y suelen contar con subvención desde Programas del Gobierno Vasco (Elkartek, Hazitek) y europeos (H2020, Horizon Europe).

La colaboración con la industria proporciona un camino para la transferencia y comercialización de tecnología que tendrá impacto directo en la competitividad y el crecimiento económico (Daniel et al., 2024). De hecho, la asociación con proveedores de equipos e instrumentos es fundamental para una integración más estrecha. A modo de ejemplo, Iberdrola ha desarrollado el Global Smartgrid Innovation Hub, situado en Bilbao, un centro mundial de innovación y conocimiento en redes inteligentes para ayudar a dar respuesta a los desafíos de la transición energética (El Diario Vasco, 2023). Este centro promueve la innovación y desarrolla el talento⁴¹ mediante la colaboración con universidades. Ofrece oportunidades a los estudiantes y prepara a los profesionales del futuro. Más de 200 profesionales especializados en I+D+i relacionados participan en las actividades desarrolladas.

⁴⁰ Para más detalle ver las secciones 2.4.6. y la 3.3.

⁴¹ Para más detalle ver la sección 2.4.5.

Asimismo, en la CAPV se cuenta con la colaboración del Gobierno Vasco para realizar actividades de I+D relacionadas con la energía en el marco de Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI)⁴². El PCTI se asienta sobre tres grandes pilares. El primero es el de la excelencia científica, que busca promover la investigación de excelencia como base para crear y difundir nuevos conocimientos, capacidades, tecnologías y soluciones. El segundo de los pilares es el liderazgo tecnológico e industrial, que busca promover proyectos estratégicos, reforzar la atracción de inversiones nacionales o internacionales. El tercer pilar es la innovación abierta, orientada a pymes y buscando entre otros la colaboración con otras regiones y ecosistemas de innovación internacionales.

El PCTI pretende impulsar la actividad de I+D+i en un conjunto de tecnologías de carácter digital, virtual, físico, biológico, químico y de materiales con potencial para contribuir a las áreas de especialización y adaptación a las tres transiciones⁴³. Entre estas tecnologías, relacionadas con las redes eléctricas se encuentran fundamentalmente (Gobierno Vasco, 2023b): (i) inteligencia artificial y *big data*, ciencia de datos (algoritmos predictivos, *data analytics*, *digital twins*, etc.), (ii) Internet de las cosas y tecnologías 5G (conectividad IoT, *digital platforms*, *cloud computing*), (iii) ciberseguridad (*blockchain*, ciberseguridad de productividad o de red), (iv) sistemas ciberfísicos (algoritmos de control, actuadores, electrónica embebida, sensórica y biosensórica), (v) materiales y procesos, (vi) almacenamiento de energía y (vii) electrónica de potencia.

En el ámbito de las publicaciones, la CAPV tiene una considerable especialización (por encima de la media europea) en publicaciones relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 (Energía asequible y no contaminante) y 11 (ciudades y comunidades sostenibles). En particular, en 2022, el 5,2 % de las publicaciones estaban relacionadas con el ODS 7, frente al 3,8 % de 2004 (Orkestra, 2023).

Analizando las patentes de la European Patent Office (EPO), se observa que las patentes tecnológicas medioambientales vascas supusieron el 11 % del total de patentes medioambientales de España, habiendo mejorado los datos de la CAPV desde principios de siglo. Los datos en particular de la CAPV muestran que, en 2020, las tecnologías medioambientales supusieron el 16,4 % de las patentes de la CAPV, siendo las relacionadas con las tecnologías de mitigación del cambio climático relacionadas con la generación, transmisión y distribución de energía el 9,4 % y las relacionadas con tecnologías de mitigación del cambio climático en TICs el 0,2 %.

⁴² El PCTI identifica en su anexo 3 los sectores vinculados a las áreas RIS3. En este sentido, conviene destacar, que los sectores que en este informe se han identificado relacionados con las redes eléctricas no coinciden forzosamente con los del PCTI, debido a que el PCTI incluye energía en general y no redes eléctricas en particular. En este estudio no se ha incluido la metalurgia ni la fabricación de productos metálicos, fabricación de maquinaria y equipo. Y por el contrario sí se ha incluido la fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos.

⁴³ En particular, las redes eléctricas se encuentran a caballo de dos de las tres transiciones que abordar, la energético-climática y la tecnológica-digital.

Tabla 9 Porcentaje de patentes sobre el total del País Vasco (media trienal)

Grupo tecnológico	2004	2007	2010	2013	2016	2019	2020
2. Tecnologías de mitigación del cambio climático relacionadas con la generación, transmisión y distribución de energía	1,2	6,6	8,6	9,1	8,1	7,7	9,4
8. Tecnologías de mitigación del cambio climático en TICs	0	0	0	0,2	0	0,2	0,2

Fuente: extraído de Orkestra (2023).

Sin embargo, cabe señalar que frente a todo esto, las redes eléctricas y su desarrollo dependen en gran medida de la ubicación geográfica, dado que cada territorio/mercado presenta peculiaridades distintas. Esto limita las innovaciones que se pueden aplicar, que a su vez vienen acompañadas de limitaciones/obligaciones legislativas. Por este motivo, los fabricantes deben adaptar su producto e innovación a cada mercado/territorio, que se encuentra en una etapa diferente de desarrollo y que tiene una normativa específica.

Por otro lado, el desarrollo de las redes de distribución también fomentará la innovación en soluciones de descarbonización para la industria, especialmente a través de la electrificación de los procesos industriales, bien sea directa o indirecta (p. ej., el desarrollo de nuevas cadenas de valor como la del hidrógeno verde producido a partir de energías renovables, o la utilización de bombas de calor en los procesos de baja y media temperatura [alimentación, pasta y papel, etc.]).

En enero de 2024 se creó el Basque Industrial Hub for Circularity (BIH4C), un *hub* de innovación para la descarbonización de la industria vasca, liderado por Tecnalia, dinamizado por el Cluster de Energía y conformado por las empresas Calcinor, Sidenor, SBS Process, Lointek, Petronor Innovación, Smurfit Kappa, Nortegas, y el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. Se enmarca en el proyecto europeo IS2H4C subvencionado por la Comisión Europea a través del Programa Horizon Europe. Junto a las 10 empresas vascas citadas, en el proyecto europeo participan otras 20 empresas europeas organizadas en otros tres *hubs* ubicados en Holanda, Alemania y Turquía. El *hub* busca aprovechar las sinergias entre los diferentes sectores industriales para desarrollar e implantar tecnologías innovadoras de descarbonización. Además, el *hub* se enmarca dentro de la iniciativa del Net-Zero Basque Industrial Supercluster (NZBISC) (Cluster Energía, 2024).

Las empresas que conforman el *hub* pertenecen a los sectores del refino de petróleo, acero, pulpa y papel, y cal, que en el periodo 2020-2022 reportaron entre un 9 y un 17 % de

establecimientos⁴⁴ innovadores⁴⁵ (ver [Tabla 10](#)), mientras que el total de la industria fue de 25,1 %. Por otro lado, el sector de equipos informáticos y electrónicos, y material y equipo eléctrico reportó un 48,4 % de establecimientos innovadores, muy por encima del valor para todo el sector industrial vasco. Adicionalmente, los servicios de telecomunicaciones y de I+D y consultorías, relevantes para el desarrollo de las redes inteligentes, también reportaron porcentajes de establecimientos innovadores superiores al promedio del total del sector servicios.

Tabla 10 Innovación en los establecimientos de la CAPV por rama de actividad (2020-2022)

Sector	Establecimientos innovadores (%)
Total industria	25,1
Industrias extractivas, coquerías y refino de petróleo	9,4
Madera, papel y artes gráficas	12,0
Metalurgia y productos metálicos	17,0
Productos informáticos y electrónicos. Material y equipo eléctrico	48,4
Total servicios	25,1
Telecomunicaciones, informática y medios de comunicación	42,7
I+D, consultorías y otras actividades profesionales y técnicas	29,2

Nota: la unidad es porcentaje de establecimientos.

Fuente: Eustat.

2.4.5 Capital humano

La palanca de capital humano se refiere a un conjunto de dimensiones relacionadas con las personas (conocimientos, competencias, salud y participación) que determinan su capacidad de aportar y participar en el mercado laboral y que influyen en la generación de valor económico y en el bienestar (Orkestra, 2021).

⁴⁴ Según Eustat (s. f.-a) un establecimiento es “una unidad productora de bienes o servicios, la cual desarrolla una o más actividades de carácter económico o social, bajo la responsabilidad de un titular o empresa, en un lugar, local o conjunto de locales conexos situados en un emplazamiento topográfico determinado”.

⁴⁵ La Encuesta de innovación estima que un establecimiento es innovador sobre la base de la nueva versión del Manual de Oslo 2018 (Eustat, s. f.-b).

Existe una conexión entre esta palanca y varias de las dimensiones incluidas en el marco como resultado de bienestar y no siempre es sencillo distinguir entre ambos. En efecto, y a modo de ejemplo, un mismo elemento como un buen nivel de educación puede ayudar al bienestar de las personas y, en paralelo, contribuir a generar valor económico.

En sentido amplio, se puede identificar como verde y relacionado con las redes eléctricas todo aquel empleo generado principalmente por inversiones asociadas al despliegue de las renovables, redes de distribución y transporte-movilidad sostenible y al fomento del ahorro y eficiencia energética, técnicos en redes, programadores informáticos y técnicos en operaciones de sistemas informáticos (Fundación Biodiversidad et al., 2023).

Para desempeñar estas actividades es esencial desarrollar capacidades o *skills* en cadenas de valor con amplio recorrido en la transición sostenible (energías renovables, digitalización y comunicaciones, tecnologías de redes, soluciones de optimización, etc.). Es necesario incorporar esas capacidades que posibiliten el desempeño adecuado de los procesos de trabajo y, en especial, de los empleos verdes (Orkestra, 2023). Asimismo, los empleos verdes requieren en general competencias en el ámbito de la digitalización, de manera que las competencias digitales son un elemento transversal. A modo de ejemplo pueden señalarse *skills* como el desarrollo de sistemas o arquitecturas informáticas integrando *hardware*, *software* y redes (Fundación Biodiversidad et al., 2023).

La [Tabla 11](#) recoge las principales competencias asociadas a ocupaciones relevantes en los sectores mencionados con anterioridad, que están relacionados con las redes eléctricas⁴⁶. Las ocupaciones (cuyos códigos proceden de la Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO)), muestran relevancia de las ocupaciones donde se requiere formación universitaria (el código CNO comienza con un 2), así como formación profesional superior (el CNO comienza con un 3). En esta selección se encuentra una menor presencia de ocupaciones relacionadas con los grados medios de formación profesional y bachiller (inicio del código CNO de 4 a 8).

Como puede observarse, los conocimientos y las competencias esenciales (existen otros optativos) necesarias para el desempeño de estas ocupaciones son variadas. En todo caso, se intuye el peso y la relevancia que en este ámbito tienen las ramas de conocimiento de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).

⁴⁶ Para obtener esta información, a partir de los códigos CNAE de actividades relacionadas con las redes eléctricas, se han extraído, a través de la encuesta de egresados de Lanbide las principales ocupaciones asociadas. Con los códigos de las ocupaciones se ha extraído de la base de datos de ESCO, las competencias. Con esta información horizontal de competencias (*skills*) se podría crear una plataforma de manera que Universidades, centros de Formación Profesional y otros de la CAPV supieran los conocimientos y competencias que deben transmitir a sus alumnos para su formación y reciclaje.

Tabla 11 Principales conocimientos y competencias esenciales para el ejercicio de ocupaciones relacionadas con las redes eléctricas

Código de actividad CNAE	Principales ocupaciones de los últimos egresados	Código de la Clasificación Nacional de Ocupaciones	Principales conocimientos y competencias esenciales para el ejercicio de las ocupaciones
26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	Técnicos en electrónica (excepto electromedicina)	3124	Conocimiento: circuitos integrados, microelectrónica, electrónica, componentes de iluminación, microensamblado, semiconductores Competencias: examinar componentes de semiconductores, controlar las operaciones de las máquinas, grabar el diseño de circuitos en <i>wafers</i> , interpretar planos de montaje
	Ingenieros electrónicos	2442	Conocimiento: procedimientos de prueba de sistemas y productos electrónicos, sistemas de gestión de baterías, principios de la electricidad, tipos de electrónica, legislación medioambiental Competencias: diseñar sistemas eléctricos, modificar diseños técnicos, desarrollar procedimientos de prueba electrónica, utilizar software de dibujo técnico
	Ensambladores de equipos eléctricos y electrónicos	8202	Conocimiento: ingeniería de seguridad, normas de calidad, electrónica, equipamiento informático, mecatrónica Competencias: aplicar técnicas de soldadura, aplicar técnicas de montaje, controlar las operaciones de las máquinas, interpretar planos de montaje, resolver problemas operativos
27. Fabricación de material y equipo eléctrico	Ajustadores y operadores de máquinas-herramienta	7323	Conocimiento: tipos de metal, mecánica Competencias: aportar herramientas adecuadas a las máquinas, resolver problemas operativos
	Ensambladores de equipos eléctricos y electrónicos	8202	Conocimiento: ingeniería de seguridad, normas de calidad, electrónica, equipamiento informático, mecatrónica Competencias: aplicar técnicas de soldadura, aplicar técnicas de montaje, controlar las operaciones de las máquinas, interpretar planos de montaje, resolver problemas operativos
	Técnicos en electricidad	3123	Competencias: realizar el seguimiento de los avances en tecnología empleados en diseño, evaluar las necesidades energéticas, controlar la calidad de un diseño durante la actividad
35. Suministro de energía eléctrica,	Ingenieros industriales y de producción	2431	Conocimiento: principios de ingeniería, planos de proyectos, matemáticas, dibujo técnico, física

gas, vapor y aire acondicionado			Competencias: gestionar datos de investigación, realizar un análisis de datos, desarrollar software de fuente abierta, registrar resultados de ensayos
	Ingenieros en electricidad	2441	Conocimiento: energía solar, eólica, geotermia, ingeniería eléctrica, dibujo técnico, procesos de ingeniería Competencias: promover el uso de energía sostenible, facilitar información sobre bombas de calor geotérmicas, garantizar el cumplimiento de la legislación en materia de seguridad, desarrollar gestión térmica, modificar diseños técnicos
61. Telecomunicaciones	Ingenieros en telecomunicaciones	2443	Conocimiento: ciclo de vida del desarrollo de sistemas, enrutado de red de TIC, principios de las microondas, riesgos de seguridad de la red de TIC Competencias: emplear un sistema de comunicación complejo, diseñar una red informática, diseñar procesos, registrar lecturas de transmisores
	Instaladores y reparadores en tecnologías de la información y las comunicaciones	7533	Conocimiento: adquisición de equipo de red de TIC, enlace troncal de telecomunicaciones, protocolos de comunicación de las TIC, marcación directa de extensiones Competencias: soldar componentes electrónicos, operar sistemas bidireccionales de radio, sellar cables, operar sistemas bidireccionales de radio
	Técnicos de ingeniería de las telecomunicaciones	3833	Conocimiento: electromagnetismo, principios de la electrónica, teoría de la electrónica analógica Competencias: emplear un sistema de comunicación complejo, soldar componentes electrónicos, ejecutar cálculos matemáticos analíticos, utilizar manuales de reparación
62. Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática	Programadores informáticos	3820	Conocimiento: patrones de diseño de la interfaz de usuario del <i>software</i> , programación informática, <i>software</i> de entorno de desarrollo interactivo Competencias: utilizar una interfaz para aplicaciones específicas, utilizar metodologías para un diseño centrado en el usuario, desarrollar un prototipo de <i>software</i>
	Analistas, programadores y diseñadores Web y multimedia	2713	Conocimiento: palabras clave en contenidos digitales, análisis web Competencias: realizar un análisis de datos en línea, desarrollar contenido digital, utilizar <i>software</i> de gestión de relaciones con clientes
	Técnicos en operaciones de sistemas informáticos	3811	Conocimiento: lenguaje de consulta del sistema de descripción de recursos, lenguajes de consulta, sistemas de gestión de bases de datos Competencias: migrar datos existentes, administrar sistema TIC, gestionar bases de datos, analizar sistemas de TIC
72. Investigación y desarrollo	Químicos	2413	Conocimiento: química analítica, física, bibliografía científica, oxidación, técnicas de laboratorio, química verde Competencias: gestionar datos de investigación, asesorar sobre la reducción del uso de sustancias químicas, implementar fórmulas en procesos de producción, utilizar software

			para cromatografía, analizar la composición de sustancias químicas, fabricar productos químicos
	Ingenieros industriales y de producción	2431	Conocimiento: principios de ingeniería, planos de proyectos, matemáticas, dibujo técnico, física Competencias: gestionar datos de investigación, realizar un análisis de datos, desarrollar software de fuente abierta, registrar resultados de ensayos
	Ingenieros electrónicos	2442	Conocimiento: procedimientos de prueba de sistemas y productos electrónicos, sistemas de gestión de baterías, principios de la electricidad, tipos de electrónica, legislación medioambiental Competencias: diseñar sistemas eléctricos, modificar diseños técnicos, desarrollar procedimientos de prueba electrónica, utilizar <i>software</i> de dibujo técnico

Fuente: elaboración propia a partir de ESCO y de la encuesta de egresados de LANBIDE.

Las universidades pueden contribuir aportando experiencia en inteligencia artificial y ciencia de materiales en sus planes de estudio y preparar a una parte de la fuerza laboral futura⁴⁷. En este sentido, la financiación multiinstitucional podría ser una estrategia para respaldar la cartera de recursos humanos, la mejora de las capacidades del personal existente y los programas de desarrollo de la fuerza laboral (Daniel et al., 2024).

Las universidades de la CAPV cuentan con programas como el Grado en Ingeniería Eléctrica, el Grado en Ingeniería en Tecnología Industrial y el Grado en Ingeniería de Tecnologías Renovables, relacionados con las redes eléctricas. Igualmente existen programas como el máster en Control de Redes Eléctricas Inteligentes y Generación Distribuida o en Integración de las Energías Renovables en el Sistema Eléctrico.

También la formación profesional tiene un rol relevante que desempeñar en esta área de la transición hacia la sostenibilidad, en general, y de las redes eléctricas en particular. Ejemplo de ello son las familias profesionales de Electricidad y Electrónica, Energía y Agua, Informática y Comunicaciones o Instalación y Mantenimiento.

Tabla 12 Contenidos sobre redes eléctricas asociado a las familias profesionales relacionadas con las redes eléctricas en la CAPV

Familia profesional	Contenidos relacionados con las redes eléctricas
Electricidad y Electrónica	Taller de instalaciones electrotécnicas, equipos eléctrico-electrónicos y redes 0522. Desarrollo de redes eléctricas y centros de transformación 0959. Sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos
Energía y Agua	0680. Sistemas de energías renovables 0686. Proyecto de energías renovable 5106. Toma de datos y mediciones de consumos energéticos
Informática y Comunicaciones	3016. Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos 0226. Seguridad informática 0227. Servicios en red 0370. Planificación y administración de redes
Instalación y Mantenimiento	951. Electricidad y automatismos eléctricos 0954. Montaje y mantenimiento eléctrico-electrónico Taller de sistemas eléctricos y automáticos

⁴⁷ Las universidades siguen siendo una figura clave en la sociedad. más allá de la educación académica, fomentan la innovación y la investigación, promueven la reflexión y el pensamiento crítico, educando a una parte sustancial de los futuros empleados (García-Aranda et al., 2024).

	0128. Planificación del montaje de instalaciones
	0133. Gestión del montaje, de la calidad y del mantenimiento
	0133. Gestión del montaje, de la calidad y del mantenimiento
	5011. Procesos productivos inteligentes
	5013. Entornos conectados a red e Internet de las cosas
	5058. Modelos de instalaciones eléctricas y comunicaciones

Fuente: elaboración propia a partir de Departamento de Educación (2019).

Igualmente existe otro tipo de formación no reglada que abarca conocimiento relacionado con las redes eléctricas. En este sentido puede señalarse, en la CAPV, la formación en Electricidad y electrónica y redes inteligentes que ofrece el Parque Tecnológico de Zamudio, entre otros (Fernández Gómez & Larrea Basterra, 2022b).

En el marco de las competencias necesarias para reducir el impacto ambiental, la European Skills, Competences, Qualifications and Occupations (ESCO) elaboró un catálogo de 571 *green skills*, estableciendo relaciones entre ellas y las ocupaciones para cuyo desempeño adecuado son necesarias (Orkestra, 2023). Asimismo, ESCO identifica capacidades verdes para 342 ocupaciones organizadas bajo la CNO.

Tabla 13 Número de ocupaciones, según CNO a 4 dígitos, por indicador de potencial verde

Potencial verde	Número de ocupaciones	Porcentaje sobre total de ocupaciones
Alto (>20 %)	26	7,6 %
Medio-alto (10-19 %)	26	7,6 %
Medio-bajo (5-9 %)	54	15,8 %
Bajo (<5 %)	236	69,0 %
Total	342	100 %

Fuente: (Orkestra, 2023).

Con esta información se identificaron las ocupaciones en función de su potencial verde y se establecieron las siguientes cuatro ocupaciones relacionadas con las redes eléctricas (Orkestra, 2023): (i) ingenieros en electricidad, (ii) ingenieros técnicos clasificados bajo otros epígrafes, (iii) técnicos en instalaciones de producción de energía y (iv) directores de industrias manufactureras. Asimismo, existen otras ocupaciones relacionadas con las redes como los directores de servicios de tecnologías de la información y las comunicaciones y de empresas de servicios profesionales, ingenieros eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones,

especialistas en bases de datos y en redes informáticas, delineantes y dibujantes técnicos, supervisores en ingenierías de industrias manufactureras programadores informáticos, electricistas de la construcción y afines, otros instaladores y reparados de equipos eléctricos, instaladores y reparadores de equipos electrónicos y de telecomunicaciones y peones de las industrias manufactureras.

Finalmente se estimaron las personas ocupadas de 16 a 64 años en la CAPV en ocupaciones con alto potencial verde (2022), encontrándose por ejemplo con que la ocupación Ingenieros eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones contaba con 7.392 ocupados, el 0,8 % del total de ocupados (Orkestra, 2023).

2.4.6 Capital social e institucional

La última palanca, el capital social e institucional⁴⁸, de acuerdo con Orkestra (2021) refleja “el sistema de reglas y organizaciones que estructuran las interacciones sociales”, permitiendo así generar valor económico y social. Para ello, es necesario potenciar “proyectos de innovación que fomenten la cooperación entre nuevas combinaciones de agentes con distintas capacidades, que puedan crear soluciones novedosas a los grandes retos socioeconómicos”. Dos elementos clave son la calidad de las Instituciones públicas y la cooperación entre las empresas.

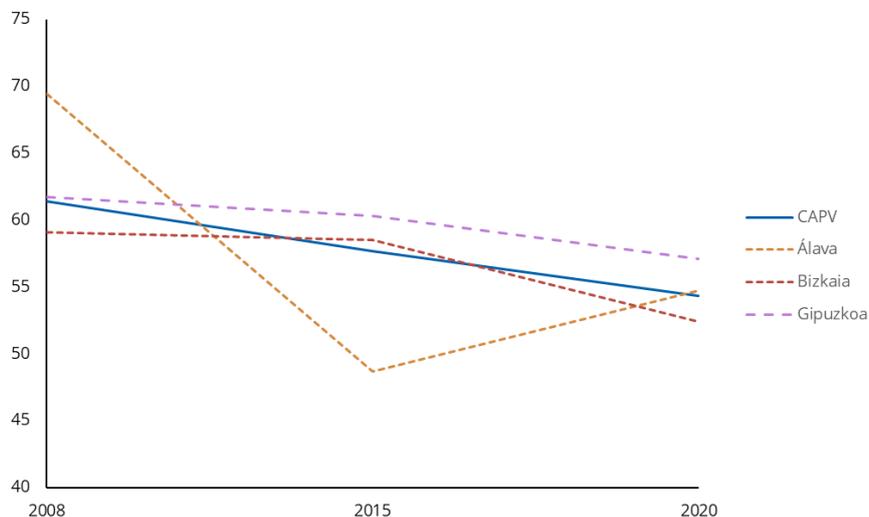
El desarrollo de las redes eléctricas, tanto por la necesidad de estas para la transición sostenible como por su capacidad de generar empleo y actividad económica local, requiere aprovechar las fortalezas disponibles en el territorio para abordar proyectos ambiciosos. Esto es tanto más relevante en un entorno en el que existe oposición social al aprovechamiento de los recursos naturales disponibles (e.g., extracción de gas natural), a las infraestructuras de generación de energía (e.g., parques de aerogeneradores), al desarrollo de las redes en la CAPV⁴⁹ y, en menor medida, al despliegue de recursos energéticos distribuidos. En el [Gráfico 8](#) se observa que más de la mitad de población es desfavorable a la instalación de nueva infraestructura de generación, con algunas diferencias por territorio histórico, siendo Vizcaya donde menor es la aceptación y Guipúzcoa donde es la mayor.

Para hacer frente a este tipo de situaciones se requiere fortalecer la cultura y concienciación en torno a la transición energética hacia la descarbonización, la eficiencia energética y el apoyo a las renovables. En este ámbito pueden desempeñar un rol fundamental las comunidades energéticas (donde ya se ha señalado que la CAPV es líder nacional) favoreciendo la aceptación social de los cambios a nivel energético, esperando que mejore la aceptación del [Gráfico 8](#).

⁴⁸ Esta palanca se solapa con algunos elementos del contexto estructural del marco de competitividad de Orkestra.

⁴⁹ Para más detalle sobre esta materia se recomienda ver López Mosquera & Fernández Gómez (2023).

Gráfico 8 Personas con actitudes favorables a la instalación de parques de energía renovable (%)



Fuente: Mosquera López & Fernández Gómez(2023).

Esta situación se replica en el caso de las redes eléctricas, pudiéndose señalar el rechazo al proyecto de Solaria de tres parques solares en Álava y una red de alta tensión para transportar la electricidad hasta el puerto de Bilbao, así como el proyecto impulsado por Forestalia que supondría el desarrollo de una red de alta tensión que atravesase hasta 12 provincias y en particular se oponen a una de las líneas ya aprobada por el Ministerio (entre Tauste y Júndiz) (Lázaro, 2024).

De igual manera, también sufren falta de aceptación infraestructuras que involucran diferentes países. A modo de ejemplo, la interconexión eléctrica que unirá España con Francia a través del Golfo de Bizkaia ha generado oposición en ambos lados de la frontera (Pereda, 2024a).

El Gobierno Vasco tiene competencias limitadas en el ámbito de la energía. Estas se centran en promover la I+D, la política y planificación energética del territorio, el apoyo al desarrollo de proyectos de nuevas infraestructuras en el territorio (por ejemplo, las interconexiones), facilitar los trámites y la concesión de autorizaciones (Álvarez Pelegry et al., 2013). No obstante, en el campo de las redes eléctricas las Instituciones públicas vascas pueden actuar en tres ámbitos⁵⁰: (i) el marco regulatorio, (ii) los incentivos a la inversión (en redes, e I+D) y (iii) la aceptación social.

Los dos primeros elementos (el marco regulatorio y los incentivos a la inversión) están íntimamente relacionados en la medida en que los negocios de transporte y distribución de las

⁵⁰ En todo caso, el Gobierno Vasco tiene pocas competencias en el establecimiento del marco regulatorio de las redes eléctricas y no puede incentivar directamente las inversiones en redes, únicamente la I+ D y las instalaciones que puedan calificarse como innovadoras.

redes eléctricas se encuentran regulados y que los elementos que se pasan a indicar tienen un doble carácter de regulación e incentivo⁵¹.

Uno de los incentivos regulatorios clave de acuerdo con Larrea Basterra & Mosquera López (2024) es contar con un marco regulatorio estable, justo y predecible. Suele resultar clave para las decisiones de inversión y localización de los inversores contar con un marco atractivo en términos de remuneración, que proteja el derecho a la propiedad y los principios del derecho de las sociedades. En esta misma línea, P. Chaves et al. (2021) establece la necesidad de “un marco regulatorio claro con reglas para el desarrollo de este tipo de proyectos y unos mecanismos de financiación apropiados, especialmente para los agentes regulados”.

En este ámbito la UE desarrolla un marco normativo que debe ser implementado en todo el territorio de la UE y que puede generar un entorno de estabilidad (aunque ello no signifique que sea sencillo). A modo de ejemplo y relacionado con las redes, puede señalarse el Reglamento (UE) 943/2019 relativo al mercado interior de la electricidad que, en su artículo 14, establece que las metodologías de remuneración de los gestores de red deben proveer incentivos para la innovación, en interés del consumidor, en ámbitos como la digitalización, los servicios de flexibilidad y las interconexiones. También puede mencionarse la Directiva (UE) 944/2019 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad que indica la necesidad de adaptar los esquemas retributivos de los operadores de la red de distribución en los países de la UE a los nuevos desafíos, incentivando la flexibilidad. Asimismo, esta Directiva pone el énfasis en los planes de desarrollo de la red de distribución que deben presentar los operadores de las redes al menos cada dos años a la autoridad reguladora, con las inversiones necesarias en un plazo de cinco a diez años, el detalle de las principales infraestructuras requeridas para conectar nuevas instalaciones de generación, puntos de recarga de vehículos eléctricos, etc., medidas como la respuesta de demanda o la eficiencia energética y actualizando las necesidades de digitalización de las redes y las inversiones necesarias.

El siguiente elemento regulatorio / incentivo se refiere a la capacidad de las Instituciones públicas vascas de influir en la regulación. A pesar de que las competencias en esta área recaen a nivel nacional, desde la CAPV se puede influir en la toma de decisiones a través de la elaboración de informes sobre las necesidades de redes para la actividad empresarial o a la hora de aprobar normativa a nivel nacional.

Un tercer elemento se relaciona con los mecanismos de innovación regulatoria⁵² que pueden resultar útiles para ensayar nuevos servicios y modelos de negocio, limitar el riesgo y

⁵¹ Para más detalle sobre las limitaciones regulatorias que condicionan la inversión en redes ver la sección 2.4.3.

⁵² Los modelos de innovación regulatoria se clasifican de acuerdo con dos dimensiones: dónde se realiza la innovación y qué agentes están involucrados. Cruzando estas dimensiones, se distinguen cuatro opciones en el ámbito de las redes eléctricas: “(i) iniciativas para el despliegue de tecnologías que se implementan en todo el sistema de distribución por parte del gestor de la red de distribución, como por ejemplo, el despliegue de los medidores inteligentes; (ii) proyectos piloto que solo se realizan en áreas específicas de la red, también por parte del gestor de la red de distribución; (iii) proyectos piloto regulatorios que son innovaciones que se implementan en todo el sistema donde participan tanto el

proporcionar información valiosa para guiar futuros cambios regulatorios. En este ámbito, el Real Decreto 568/2022, de 11 de julio, aprobó el marco general del banco de pruebas regulatorio (*sandboxes*) para el fomento de la investigación e innovación en el sector eléctrico y, en particular, para promover soluciones en el ámbito de las energías renovables y el desarrollo de nuevos modelos de negocio en infraestructura eléctrica, redes inteligentes y almacenamiento.

Relacionado con el marco regulatorio estable, un cuarto elemento sobre el que actuar se refiere a los procesos de diseño de la planificación de la red y de la tramitación de las inversiones. En España, se hace necesario simplificar los procedimientos de tramitación dado que no existe agilidad en este campo debido a que intervienen demasiados agentes. Asimismo, se debe actualizar la regulación de acceso y conexión incluyendo nuevos tipos de consumo, junto con la metodología de cálculo de la retribución, donde debe contemplarse el riesgo asociado a este tipo de actividades (Pwc, 2023).

En lo que se refiere a la aceptación social, se debería desarrollar una estrategia, en colaboración con empresas y ciudadanos, que aborde la aceptación social y los elementos que la favorecen. De esta manera se debería disponer de una estrategia de socialización propia, adaptada a las inquietudes de la población de la CAPV y desarrollada con ella, para ser utilizada en el momento en que se planteen proyectos de infraestructuras energéticas (de redes en este caso, pero energéticas en general). Esta estrategia podría aumentar la tasa de aceptación, aun cuando como señalan Mosquera López & Fernández Gómez (2023) no siempre se alcance a garantizar la aceptación.

Desde el punto de vista empresarial, de acuerdo con ENTSO-E (2024), se debe reforzar la coordinación entre los operadores del sistema de transporte (TSO por sus siglas en inglés) y los operadores de los sistemas de distribución o DSO. El fortalecimiento de la coordinación entre ellos ya ha destacado como un tema clave en la Hoja de Ruta de I+D 2020-2030 y está ganando mayor importancia teniendo en cuenta que una parte relevante de la generación de energía renovable está conectada a nivel de distribución, como también lo estará el almacenamiento y la gestión de la demanda.

La Estrategia 3E-2030 incluye las redes eléctricas en la línea sobre orientación del desarrollo tecnológico, de actuaciones e iniciativas. Uno de los temas que plantea se refiere a la colaboración tecnológica y empresarial, donde para favorecer el posicionamiento de las empresas vascas en el mundo de las redes inteligentes la Estrategia considera conveniente aumentar la colaboración entre empresas y agentes, de forma que abarquen desde la investigación hasta proyectos de aplicación en entornos reales (EVE & Gobierno Vasco, 2017).

gestor de la red de distribución como los agentes de mercado y (iv) los proyectos de *sandbox* o bancos de prueba regulatorios que se implementan en áreas acotadas de la red y participan en su desarrollo tanto el gestor de la red de distribución como los agentes de mercado" (P. Chaves et al., 2021).

De acuerdo con los datos obtenidos de los operadores de la red de distribución de la UE, los proyectos piloto en áreas específicas son los más utilizados. Los proyectos piloto regulatorios y *sandboxes* son más recientes y todavía no han tenido una gran implementación (P. Chaves et al., 2021).

La CAPV cuenta con el Clúster de la Energía, que agrupa distintas cadenas de valor, que integran productores y distribuidores de diferentes energías, fabricantes de bienes de equipo y componentes, ingenierías y otras empresas de servicios especializadas en el sector energético. Asimismo, cuenta con un núcleo reducido de grandes empresas (algunas líderes en su actividad) y un número mayor de pequeñas y medianas empresas (Orkestra, 2015).

En este sentido, y como se ha mencionado, la CAPV se caracteriza por contar con una sólida base industrial y amplia experiencia empresarial en la cadena de valor de la electricidad, formada por empresas manufactureras de componentes o productos necesarios para la actividad de las redes eléctricas. Asimismo, existen empresas de servicios e ingeniería, centros tecnológicos, centros educativos, universidades, asociaciones y organismos públicos que tienen vinculada actividad en materia de redes eléctricas.

El Clúster de la Energía es un ejemplo de colaboración empresarial, entre otros, en el ámbito de las redes eléctricas. Sin ánimo de lucro, fue constituida en 1996 en “el marco de la política del Gobierno Vasco de impulso a la competitividad del tejido industrial” (Clúster Energía, 2024). Integra a empresas y entidades del clúster de la energía de la CAPV y su misión es impulsar la competitividad del sector energético de la CAPV a través de la colaboración. Una de sus principales áreas estratégicas la conforman las redes inteligentes donde cuenta con un grupo de empresas vascas con larga trayectoria que se ha unido bajo la marca Smart Grids Basque Country (ver sección 3.3 para más información de las empresas y entidades que conforman la cadena de valor), que aúnan fuerzas y buscan posicionar a la CAPV como referente en el ámbito internacional, participando en diferentes proyectos de I+D en colaboración (Neosub, SecureGrid, RESINET, etc.).

3. Necesidades de inversión en redes y oportunidades para empresas del País Vasco⁵³

La IEA (2023c) cifra en aproximadamente 80 millones de kilómetros de redes eléctricas existentes a nivel mundial. Se requieren inversiones adicionales que, de acuerdo con los escenarios STEPS⁵⁴ y APS⁵⁵ de la Agencia Internacional de la Energía (AIE o IEA por sus siglas en inglés), suponen un incremento en la extensión de la red del 18 % del 2022 al 2030, y un incremento del 20 % en el escenario NZE⁵⁶.

No solo es necesaria una mayor extensión de la red sino también la renovación de las infraestructuras actuales, su digitalización y automatización, y su adaptación a las necesidades de los nuevos agentes del sistema (e.g., prosumidores, agregadores y operadores de la red de distribución), así como su adaptación al cambio climático. De hecho, en el escenario APS se requiere agregar o renovar para 2040 el equivalente a la totalidad de la red eléctrica actual (IEA, 2023a).

La IEA (2023a) estima que las inversiones en redes a nivel global deben aproximadamente duplicarse para 2030, llegando a 600.000 millones de dólares de Estados Unidos (US\$) de inversión anual, con énfasis en la inversión para la digitalización y modernización de las redes de distribución.

Las economías en desarrollo tienen una brecha de inversión con las más avanzadas más elevada y han tenido tendencias recientes a una inversión decreciente, mientras que las economías más avanzadas han tenido una tendencia de inversión estable, pero que igual debe incrementarse para estar en concordancia con el rápido despliegue de las renovables y la aceleración de la electrificación. En este sentido, se han anunciado inversiones para modernizar y digitalizar las redes eléctricas (IEA, 2023b):

- A finales de 2022, la Comisión Europea presentó el plan de acción de la UE Digitalización del sistema energético con unas inversiones estimadas en 584.000 millones de euros en la red eléctrica europea para 2030, de los cuales 170.000 serán destinados a la digitalización (e.g., contadores inteligentes, gestión automatizada de la red, tecnologías digitales para la medición y mejora de las operaciones sobre el terreno);
- China planea modernizar y ampliar sus redes eléctricas con 442.000 millones de US\$ en inversiones durante el período 2021-2025.

⁵³ Como se ha venido haciendo hasta aquí, en este capítulo se presenta la información relativa a las inversiones en redes de transporte y distribución en función de los datos disponibles.

⁵⁴ Escenario de Políticas Declaradas o *Stated Policies Scenario* (STEPS) de la IEA asume que se mantiene la dirección de la progresión del sistema energético basada en las condiciones actuales de políticas energéticas, climáticas e industriales.

⁵⁵ Escenario de Compromisos Anunciados o *Announced Pledges Scenario* (APS) de la IEA asume que se cumplen todos los objetivos nacionales climáticos y energéticos en los plazos previstos.

⁵⁶ Escenario Cero Emisiones Netas en 2050 o *Net Zero Emissions by 2050 Scenario* (NZE) de la IEA asume que el sector energético mundial logra alcanzar las cero emisiones netas de CO₂ en 2050.

- Japón anunció en 2022 un programa de financiación de 155.000 millones de US\$ para promover inversiones en redes eléctricas inteligentes.
- La India lanzó en 2022 un plan de inversión para apoyar a las empresas y las infraestructuras de distribución de energía con unos 38.000 millones de US\$.
- Estados Unidos anunció en 2022 el Programa de Asociación Innovadora para la Resiliencia de la Red (GRIP), con una financiación de 10.500 millones de US\$ para apoyar la mejora y expansión de las redes eléctricas del país.
- Canadá cuenta con un Programa Smart Grid para apoyar el despliegue de tecnologías de redes inteligentes y sistemas integrados inteligentes por 100 millones de US\$.

3.1 Necesidades de inversión en la Unión Europea

Según EY & Eurelectric (2024), la inversión en redes de distribución en la UE se sitúa actualmente en unos 36.000 millones de euros anuales, pero esta cifra debería duplicarse de aquí a 2040, y multiplicarse por 1,7 veces hasta 2050 para soportar el crecimiento del sistema eléctrico. Las medidas de flexibilidad (de demanda u oferta y almacenamiento como las baterías para vehículos eléctricos) que se logren adoptar implicarán menores necesidades de inversión.

La Comisión Europea en el Plan de Acción para las redes estimó para el período 2024-2030 una inversión de 584.000 millones de euros en redes eléctricas de transporte y distribución para el conjunto de la UE-27 (Comisión Europea, 2023)⁵⁷. Tras la publicación del Plan de Acción, la Comisión lanzó un "Pacto por la Participación para una participación temprana, regular y significativa de las partes interesadas en el desarrollo de las redes (Autoridades Reguladoras Nacionales (ANR), los desarrolladores de proyectos y la sociedad civil)". Su objetivo es reunir a representantes del sector eléctrico para concienciar al público sobre el papel crucial de las redes a la hora de acelerar la transición a la energía limpia.

El Pacto se basa en cinco pilares: (i) diseño e implementación de actividades de comunicación nacionales y europeas sobre el papel clave de las redes de transmisión y distribución como facilitadores de la transición energética; (ii) esfuerzo conjunto de cooperación entre las autoridades nacionales y locales, (iii) compromiso por parte de los Estados miembros de aumentar sus esfuerzos para acelerar los proyectos de redes, (iv) diálogo entre ministerios, reguladores y operadores de sistemas de transmisión y distribución y (v) provisión de las

⁵⁷ Además de un aumento del consumo de electricidad en torno a un 60 % de aquí a 2030, otros supuestos planteados son:

- La generación de energía eólica y solar aumentará desde los 400 GW de 2022 hasta los 1.000 GW en 2030, incluidas las energías renovables marinas (317 GW), que deben conectarse a tierra.
- La mayor parte de la inversión se realizará dentro de las fronteras.
- Alrededor del 40 % de las redes de distribución europeas tienen más de 40 años y deben modernizarse.

condiciones organizativas necesarias para todas las partes involucradas en los procesos de autorización o participación.

La mayor parte de las inversiones en redes en la UE se realizarán dentro de las fronteras, tanto a nivel de transmisión como de distribución, pero las interconexiones también jugarán un papel fundamental (European Commission, 2024c).

Por su parte, EY & Eurelectric (2024) estima que para abordar los retos a futuro se necesitaría duplicar la inversión en redes de distribución de aquí a 2040 y multiplicarla por 1,7 de aquí a 2050. Considera que, si se consigue innovar en las redes de distribución y un régimen regulatorio adecuado, se podría reducir la inversión a 55.000 millones de euros, por debajo de los 67.000 actualmente estimados⁵⁸.

Ello requiere un compromiso por modernizar, estandarizar y reforzar las redes eléctricas para lograr una mayor penetración de renovables, apostar por la electrificación, estabilizar los precios y mejorar la seguridad energética (Redacción, 2024). Las estrategias emergentes o de innovación en la red de distribución giran alrededor de tres áreas: (i) inversiones anticipadas que proactivamente dimensionen las restricciones de capacidad de la red y los incrementos en la demanda; (ii) excelencia en la gestión de los activos donde se utilicen datos en tiempo real e IA para optimizar el rendimiento del activo y (iii) servicios de flexibilidad de la red para gestionar la demanda durante períodos pico.

No cumplir el objetivo de inversión podría poner en riesgo hasta el 74 % de las conexiones potenciales de tecnologías necesarias para la descarbonización, como los vehículos eléctricos, las bombas de calor y las energías renovables (EY & Eurelectric, 2024).

ERT (2024), basándose en el estudio de Monitor Deloitte et al. (2021), estima que la construcción y mejora de las infraestructuras energéticas de la UE-27 requerirá una inversión total de

⁵⁸ Las estimaciones se realizaron para las redes de distribución, en el período 2025-2050 para la UE-27 + Noruega, empleando datos de los programas Fit for 55 y REPower EU de la Comisión Europea. El análisis se realizó sobre la base de información de DSOs, que conjuntamente brindan servicio a más del 60 % de los usuarios de energía europeos, los Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima (PNIEC o NECPS por sus siglas en inglés), los planes de desarrollo de las redes (NDP por sus siglas en inglés), datos de Ernst & Young (EY), y siguiendo la metodología del Imperial College London (ICL).

Entre los principales supuestos realizados se encuentran los siguientes:

- Incremento de la demanda de un 80 %, comparando el nivel de 2020 (aproximadamente 2.500 TWh) con el 2050 (alrededor de 4.600 TWh). Los sectores de edificios, industria y transporte serán responsables del 90 % de esta demanda.
- Incremento de la generación de renovables en un 600 %, comparando con 2020 (aproximadamente 500 TWh) con el 2050 (cerca de 3.600 TWh). El 70 % de las renovables estará conectado a la red de distribución en 2050 frente al 20 % actual.
- Electrificación: la electricidad representará el 60 % de la demanda total de energía en 2050, frente al 20 % en 2015 (251 millones de bombas de calor y 237 millones de vehículos eléctricos).
- La demanda es el *driver* del 43 % de la necesidad de inversión, el reemplazo y modernización de la red corresponde al 27 %, la generación al 12 %.

800.000 millones de euros a 2030 y de hasta 2.500.000 millones de euros de aquí a 2050 en redes de transporte y distribución.

Tsekeris et al. (2024), también para redes eléctricas de transporte y distribución, estiman una inversión bruta necesaria para alcanzar los objetivos de 302.000 millones de euros en 2030, 400.000 millones de euros en 2035 y 411.000 millones de euros en 2040⁵⁹.

En este contexto, se deben realizar inversiones anticipatorias para abordar la descarbonización mediante el uso de renovables en electricidad así como su desarrollo mediante una normativa rigurosa adaptada a la situación (General Secretariat of the Council, 2024).

Como puede observarse en la [Tabla 14](#), los dos principales estudios del sector sobre inversión en redes de distribución establecen que las mayores necesidades vienen del lado de la demanda de electricidad por la electrificación y del impulso por la parte de la generación.

Tabla 14 Estimaciones de inversiones en redes eléctricas de distribución en Europa

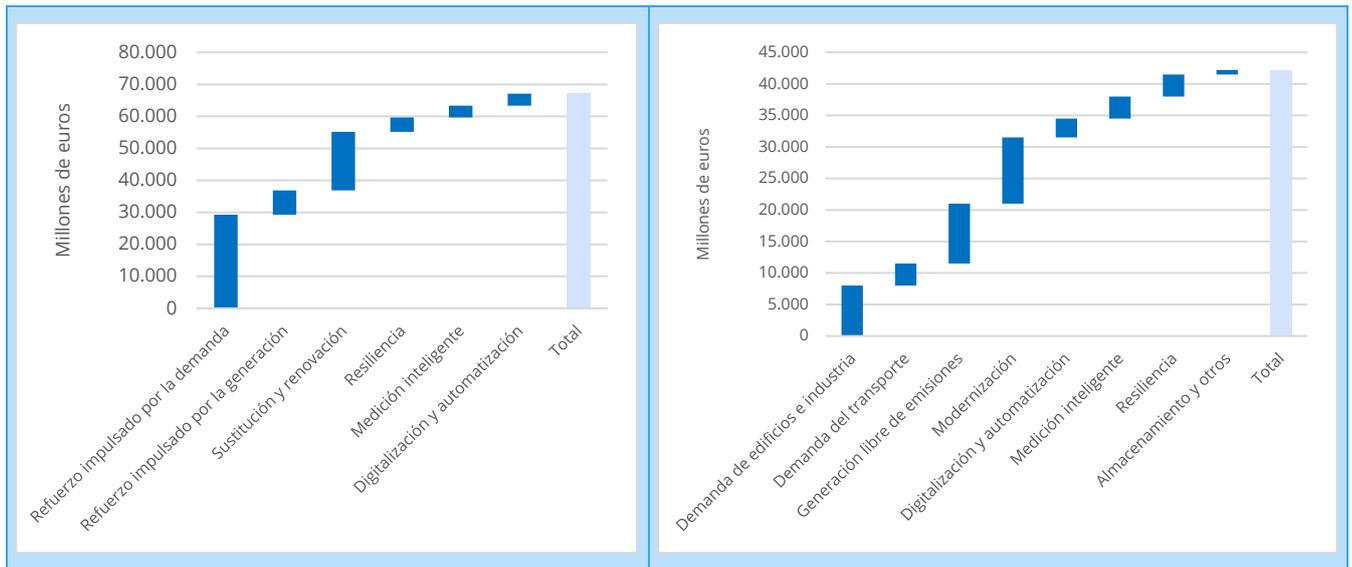
Inversión promedio anual UE27+Noruega (2025-2050) (EY & Eurelectric, 2024)	Inversión promedio anual UE27+UK (2020-2030) (Monitor Deloitte et al., 2021) ⁶⁰
--	--

⁵⁹ Para sus escenarios Paris Agreement Compatible (PAC) for Energy Infrastructure suponen una reducción de las emisiones de GEI a 2030 del 65 %, emisiones netas nulas de GEI en 2040 y 100 % de renovables en Europa en 2040. Asimismo, plantea:

- Una mejora de la eficiencia energética del 20 % en 2030 respecto a 2020.
- Una eliminación gradual del carbón en la UE para 2030.
- Una eliminación del gas en electricidad en la UE para 2035 y de la venta de automóviles con motor de combustión interna (ICE por sus siglas en inglés).
- Una eliminación gradual de los derivados del petróleo y de la nuclear en la UE para 2040.
- El uso del hidrógeno como hidrógeno renovable (H₂) de producción nacional.

⁶⁰ Las estimaciones se han realizado para el período 2020-2030, para la UE-27 + Reino Unido y para la red de distribución. Tienen como base datos de 10 operadores de las redes de distribución (DSO) y los siguientes supuestos:

- Avance en la electrificación mediante 40-50 millones de bombas de calor en el sector residencial; 50-70 millones de vehículos eléctricos y un crecimiento de la demanda industrial de 335 TWh y combustibles sostenibles generados con electricidad (P2X). La demanda de electricidad aumentará un 1,8 % anual hasta 2030 frente a 2017 (11 % en el sector del transporte, 1,6 % en la industria, 0,9 % en el sector comercial y 0,6 % en el residencial).
- Aumento de 470 GW de generación renovable centralizada, 40 GWh de autoconsumo y donde alrededor del 70 % de la capacidad renovable estará conectada a la red de distribución.
- Medidas de eficiencia energética y conservación (por ejemplo: el 50 % de la carga de vehículos eléctricos se realizará en horas *off-peak*) así como de despliegue de contadores inteligentes.



Fuente: traducido y reelaborado de las fuentes indicadas.

En resumen, va a ser necesario renovar más de 7 millones de kilómetros de líneas eléctricas en todos los niveles de tensión para distribución y transporte hasta 2050, así como más de 43.000 kilómetros de cables adicionales en el nivel de transporte. Para ello, se prevé que la demanda de componentes de red (por ejemplo, cables, convertidores y subestaciones) aumente y supere la capacidad de fabricación en Europa (European Commission, 2024c).

Como consecuencia, apoyar a la industria de fabricación de redes de la UE y abordar las barreras actuales (por ejemplo, la falta de estandarización, el acceso a las materias primas y los riesgos de seguridad asociados a los proveedores de terceros países) es esencial para reducir los retrasos vinculados a la cadena de suministro de componentes de la red y permitir el despliegue adecuado de la infraestructura (European Commission, 2024c).

3.2 Necesidades de inversión en España

De acuerdo con el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026, la inversión total estimada asciende a 6.964 millones de euros de los que 1.193 son para las interconexiones⁶¹, 1.154 para la red de partida (para la integración de renovables) y el resto

⁶¹ De acuerdo con Red Eléctrica & Gobierno de España (2020), el refuerzo de las interconexiones internacionales resulta fundamental para mejorar la integración de las energías renovables. Para ello, el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 incluye tres proyectos de interconexión: (i) la Norte con Portugal, (ii) la del Golfo de Vizcaya con Francia para 2026-2027 y (iii) una tercera interconexión eléctrica (Red Eléctrica & Gobierno de España, 2020).

Si bien, tanto el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 como la Programación Plurianual de la Energía 2024-2028 francesa contemplaban las interconexiones de España con Francia por Navarra y Aragón (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2023; Red Eléctrica

para nuevas actuaciones (Red Eléctrica & Gobierno de España, 2020). Por su parte, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) estableció para el periodo 2023-2026 unas inversiones de 4.554 millones de euros asociadas a las infraestructuras de redes eléctricas, con un volumen de inversión medio anual de 759 millones de euros (Miteco, 2023)⁶². El PNIEC de 2023 también estima una inversión total acumulada de 294.000 millones de euros a 2030, de los que el 18 % (es decir 52.920 millones de euros) está destinado a las redes⁶³. En cualquier caso, el volumen de inversión necesario en las redes es superior al límite de inversión existente.

Asimismo, el PNIEC plantea abordar un proceso de digitalización que permita a las redes de transporte y distribución mejorar la monitorización, control y automatización. Para ello, el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) se dotó con 525 millones de euros. Por otro lado, las redes deben protegerse ante el riesgo de sufrir ciberataques, tal y como ha sucedido en otros países como en el Reino Unido y Portugal, ambos en 2020; y mejorar su resiliencia ante el cambio climático.

En abril de 2024 se aprobaron las modificaciones puntuales de la Planificación de la Red Eléctrica que plantearon la incapacidad de que 6.000 MW nuevos de demanda industrial se conectaran (Periódico de la energía, 2024). En concreto la modificación elevó a 73 las actuaciones previstas (frente a las 64 iniciales) y a 489 millones de euros la inversión asociada a ellas, pero no siendo suficiente para suplir la capacidad de acceso a la red proveniente de la industria⁶⁴.

& Gobierno de España, 2020), CRE (2024) descartó cualquier otro proyecto de interconexión con España cuando se termine la interconexión con el cable submarino por el Golfo de Vizcaya.

Este último proyecto de interconexión submarina sufrió, en agosto de 2024, un nuevo parón durante cuatro meses, debido a una orden judicial (en el lado francés) por el impacto de los trabajos en la fauna marina (Legasa, 2024a). El volumen final de la inversión se estima que ronde los 3.000 millones de euros (Legasa, 2024b).

⁶² El PNIEC contempla para 2030 una potencia total instalada de 214 GW, de los cuales 160 serán renovables (19 GW de autoconsumo) y 22 GW almacenamiento.

⁶³ La versión final del PNIEC publicada en septiembre de 2024 no incluye estas estimaciones (Miteco, 2024a).

⁶⁴ Esto está relacionado con la rigidez del proceso de planificación del transporte y su falta de agilidad para adaptarse a las necesidades de inversión y desarrollo de la red en un escenario de mayor electrificación.

Mapa 4 Inversiones en la red de transporte de energía eléctrica 2021-2026 en España y beneficios asociados



- El conjunto de instalaciones planificadas del **sistema peninsular** permite que se alcance una integración de renovables en el sistema peninsular de 68 %, en línea con la senda establecida en el PNIEC.
- Los nuevos desarrollos planificados en la **red peninsular** permiten una mejora sustancial de la integración de renovables, con una reducción de los vertidos de generación de fuentes renovables de un 74 %, respecto del caso de red de partida.
- El 65 % del suministro **balear** se atenderá desde la Península, lo que conlleva una reducción sustancial de costes y emisiones asociadas al suministro de Baleares.
- En **Canarias** se duplica la integración de renovables y se reduce el coste variable de generación en un 30 %, respecto de 2019.
- El refuerzo de **interconexiones internacionales** planificado permite un mayor acoplamiento al mercado único europeo y la mejora sustancial de la integración de renovables.

Beneficios	Sistema eléctrico peninsular y ceutí		Sistema eléctrico balear		Sistema eléctrico canario	
	Reducción CO ₂ : 5.300 kt/año	Beneficio anual: 980 M€/año	Reducción CO ₂ : 314 kt/año	Beneficio anual: 138 M€/año	Reducción CO ₂ : 1.240 kt/año	Beneficio anual: 325 M€/año
Integración de renovables: 18.500 GWh/año	Beneficio anual/Inversión año 1: 5,5	Integración de renovables: 280 GWh/año	Beneficio anual/Inversión año 1: 1,6	Integración de renovables: 2.015 GWh/año	Beneficio anual/Inversión año 1: 10	
Inversión total: 2.160 M€/año	VAN: 17.200 M€	Inversión total: 1.166 M€/año	VAN: 1.251 M€	Inversión total: 385 M€/año	VAN: 6.040 M€	

Fuente: elaboración propia a partir de Red Eléctrica & Gobierno de España (2020).

En el ámbito de la distribución eléctrica⁶⁵, desde el sector, se han realizado diferentes estimaciones. Energía y Sociedad (2023) considera que el cumplimiento de los retos requiere una inversión sostenida en redes de entre 2.500-3.500 millones de euros/año hasta 2030, sin suponer un incremento de la tarifa eléctrica y con un impacto socioeconómico de riqueza y empleo local.

⁶⁵ De acuerdo con DSOEntity (2024), la concentración de operadores de la red de distribución en España es media. Los tres mayores DSO suministran más del 60 % de la electricidad.

EY & Eurelectric (2024) calculan una inversión necesaria de 4.300 millones de euros al año en redes eléctricas de distribución (donde el 32 % es para refuerzo de la red por aumento de la demanda, el 16 % para refuerzo de la red por la oferta, el 33 % para reemplazo y renovación, el 2 % para resiliencia, el 12 % para contadores inteligentes⁶⁶ y el resto para automatización y digitalización del sistema), en un contexto en el que es necesario modernizar los equipamientos e instalaciones, dado que únicamente el 30 % de estos tienen menos de 20 años.

A pesar de esta inversión, se calcula que en la UE no aumentarán los costes unitarios por uso de la red por parte de los consumidores debido al incremento de su utilización tras la inversión (EY & Eurelectric, 2024), y se mantendrán en un rango de 50-55 euros/MWh (actualmente en España asciende a 57 euros/MWh para los consumidores domésticos (Energía y Sociedad, 2024)). De hecho, como se ha comentado, podría contribuir a reducir la factura energética de los hogares un 45 % en 2050. Para ello, se requiere eliminar los topes a la inversión⁶⁷, desarrollar procesos simplificados y aplicar incentivos. En este sentido, en junio de 2024, el Gobierno abrió una consulta pública para la modificación del límite de inversiones en redes de transporte y distribución (Miteco, 2024b).

Monitor Deloitte et al. (2021) estima para el sector una necesidad de inversión de 9.000 millones de euros entre 2020 y 2030 para la adaptación de las redes eléctricas de distribución debido a la mayor electrificación (por la penetración del vehículo eléctrico) y el despliegue de renovables⁶⁸. Asimismo, estima una inversión de 12.000 millones en el mismo período para la sustitución de infraestructura obsoleta y digitalización de esta. 1.900 millones de euros se dedicarán a la adaptación al cambio climático de las redes, promoviendo fundamentalmente el despliegue de redes bajo tierra. Igualmente, se esperan elevadas inversiones debido a la edad de las redes de distribución, especialmente las de baja tensión.

Conviene mencionar la urgencia de acometer estas inversiones en infraestructuras de redes en España. Debido a la creciente saturación de la red eléctrica nacional, se han rechazado proyectos (por ejemplo, 15.000 MW de demanda en los últimos cuatro años y proyectos de renovables (Acosta, 2024b)) y se prevé que se rechacen todavía más si no es posible que se reconozca dentro de la remuneración las inversiones anticipadas en refuerzo y desarrollo de las redes, que faciliten la integración de demanda futura relacionada con la electrificación.

Esta situación también afecta a la CAPV, donde las necesidades de electrificación para la descarbonización, en general, son relevantes y para la industrial en particular. No atender

⁶⁶ De acuerdo con Monitor Deloitte et al. (2021), en 2017 la implantación de los contadores inteligentes superaba el 70 % y en 2021 estaba prácticamente terminado el despliegue por todo el país.

⁶⁷ Debido a la crisis financiera y a la necesidad de contener los costes, se establecieron límites a la inversión en las redes eléctricas en términos de porcentaje del PIB. Sin embargo, en el contexto actual de descarbonización de la economía, se requieren elevados importes de inversión que se ven limitados por los anteriores límites.

⁶⁸ Se espera que la mayor parte de la nueva capacidad de generación renovable (alrededor del 70 %) esté conectada a la red de distribución. En España esta cifra supone alrededor del 25 %.

a estas solicitudes supone retrasar e incluso incumplir los objetivos del PNIEC fomentando, en el caso particular de la CAPV la posible deslocalización de empresas.

3.3 Oportunidades para las empresas del País Vasco

Como resultado de todo lo anterior se prevé un aumento de la inversión. En este sentido, y en la parte relacionada con las redes, Vasiljevskaja et al. (2021) señala que España muestra la mayor proporción de la inversión total europea en proyectos en los ámbitos de gestión de redes inteligentes y gestión de la demanda, seguida de Dinamarca e Italia. España también parece tener la mayor proporción de inversión total en el ámbito de las ciudades inteligentes, seguida de los Países Bajos.

Sin embargo, las características de los Estados miembros y las circunstancias nacionales (tamaño, población y panorama eléctrico) deben tenerse en cuenta en estas observaciones. De esta manera, si se combina el parámetro de la inversión con el PIB, España pasa a ocupar una novena posición, por encima del promedio comunitario y por detrás de Eslovenia, Chipre, Estonia, Grecia, Bulgaria, Portugal, Bélgica y Finlandia (Vasiljevskaja et al., 2021).

En esta línea, según Monitor Deloitte (2019), se espera que entre 2017 y 2030 se comercialicen más de 25.000 millones de euros en España de bienes de equipo eléctrico, producto de la inversión en redes y del despliegue de las energías renovables. Se incluyen bienes de apoyos metálicos, cables, transformadores, electrónica de potencia, sistemas de automatización, protección y comunicación y aparellaje, entre otros.

De esta manera, teniendo en cuenta las necesidades de inversión en redes, la no acción y el no refuerzo de las líneas eléctricas pueden suponer, en el caso de la CAPV, una merma en los resultados económicos tanto en la generación de impuestos como en la creación de actividad asociada y de empleos directos e indirectos, relacionados con las redes y la descarbonización industrial en especial, que estas pueden favorecer.

En esta sección se presenta, primero, un análisis de la cadena de valor de las redes eléctricas en la CAPV, haciendo énfasis en los diferentes segmentos o actividades que la conforman. Segundo, se realiza una estimación de los multiplicadores económicos de las ramas de actividad relacionadas con las empresas de la cadena de valor de las redes. Esta estimación se realiza siguiendo la metodología *Input/Output* y busca cuantificar el efecto arrastre que puede producir un incremento en la producción de las ramas dentro de las cuales están incluidas las actividades de las empresas de la cadena de valor sobre el conjunto de la economía de la CAPV.

3.3.1 Cadena de valor de las redes eléctricas en la CAPV

La CAPV es una región con intensidad tecnológica elevada y presenta uno de los mayores clústeres industriales en Europa y un *hub* competitivo en redes eléctricas y en otras áreas relacionadas con la energía. Más de 80 empresas forman parte de la cadena de valor donde no faltan empresas dedicadas al diseño, equipamiento, manufactura, instalación, operación y gestión de las redes de transporte y distribución de electricidad posicionadas en el escenario internacional (Cluster Energía, 2023).

En la [Figura 7](#) se presenta un mapeo de las empresas que conforman la cadena de valor, separando por los diferentes segmentos que la conforman. En esta cadena de valor, el usuario final es el operador de red (en este caso representado por el TSO-Red Eléctrica y el DSO-i-DE). Los demás eslabones que conforman la cadena están interrelacionados circularmente para ofrecer los equipos y servicios necesarios para la infraestructura, gestión y mantenimiento de la red.

Figura 7 Empresas y entidades del Clúster de la energía de la CAPV relacionadas con las redes

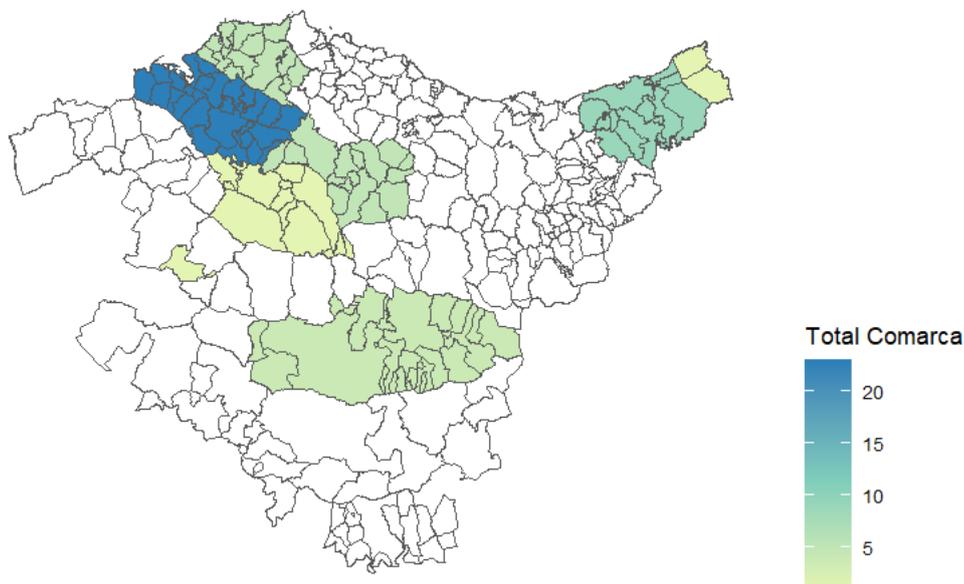


Nota: esta figura se realizó con la última actualización de las empresas de la cadena de valor de las redes eléctricas del Cluster de Energía.
Fuente: elaboración propia a partir de Cluster de Energía.

Es importante mencionar el esfuerzo que las empresas están haciendo para integrar en su actividad las diferentes soluciones eléctricas innovadoras que la cadena de valor requiere. Algunas empresas han ampliado su oferta tecnológica mediante la creación de grupos y/o entramados industriales que responden a las nuevas necesidades del sector.

De este grupo de empresas se ha analizado un subconjunto de 58 empresas y entidades de las cuales se cuenta con información completa en la base de datos SABI para el año 2022. De estas 58, 48 tienen sede en la CAPV, y en el [Mapa 5](#) se presenta su localización por comarcas. Es destacable que el 71 % de las empresas se encuentran localizadas en Vizcaya, con una concentración de más de 20 empresas en la comarca del Gran Bilbao.

Mapa 5 Localización de las empresas y entidades de la cadena de valor de las redes eléctricas por comarca (2022)



*Nota: para cada comarca se suman las empresas presentes en sus diferentes municipios.
Fuente: elaboración propia a partir de geoEuskadi.*

En la [Tabla 15](#) se presentan cuatro indicadores financieros adicionales a los presentados en la palanca de financiación (ver sección 2.4.3). El EBITDA⁶⁹ de las 58 empresas analizadas asciende a 2.784 millones de euros, donde el indicador de los operadores de red representa la mayor parte de esta cifra. En relación con los otros segmentos de la cadena de valor, los servicios centrados en el consumidor y en la participación de nuevos agentes, la actividad de contadores inteligentes y equipos de medición, y los servicios de diseño, ingeniería y consultoría ocupan los siguientes puestos del indicador.

La ratio de liquidez⁷⁰ promedio del grupo de empresas es de 223, indicando que las empresas de la cadena de valor en general no tienen problemas para cumplir con sus obligaciones de corto plazo. Solo los operadores de red presentaron una ratio menor a 100, lo que no significa que no tengan dificultades, como se ha venido comentando a lo largo del documento en relación, en especial, con los límites a la inversión y la retribución. A diferencia del resto de eslabones de la cadena de valor, los operadores de red son empresas que operan en un

⁶⁹ Acrónimo en inglés del indicador financiero *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*. Se estima en SABI como el resultado de explotación menos la amortización del inmovilizado.

⁷⁰ Se calcula como: $\frac{\text{Activo circulante} - \text{Existencias}}{\text{Pasivo líquido}}$. Este indicador mide la habilidad de la firma para cumplir sus obligaciones financieras de corto plazo, específicamente mide la capacidad de la empresa para proveer suficiente efectivo para la operación.

mercado regulado, con una política de expansión y de negocio estables en el tiempo y que generan beneficios de forma recurrente.

En cuanto a la rentabilidad de las empresas, en promedio la rentabilidad financiera (ROE)⁷¹ del grupo de empresas analizado es de 2,32 %, mientras que el promedio de la rentabilidad económica (ROA)⁷² es de 2,95 %. En el caso de los suministradores de gestores de datos, análisis de datos y TICs, en promedio presentan tanto un ROE como un ROA negativo, mientras que los equipos digitales avanzados muestran un ROE negativo, y los servicios de instalación, mantenimiento y post venta un ROA negativo. Por su parte, los operadores de red, los servicios centrados en el consumidor, los servicios de diseño y los contadores inteligentes y equipos de medición presentan las rentabilidades promedio más altas.

Las rentabilidades promedio negativas de algunos segmentos de la cadena de valor indican la necesidad de continuar apoyando a las empresas con altos niveles de innovación, con potencial de tener productividades elevadas y que están desarrollando soluciones de punta necesarias para la transición y el desarrollo de las redes en los siguientes años. Para esto, es crucial la eliminación de las barreras para el crecimiento y la atracción de financiación para estas empresas que están apostando por el desarrollo de nuevas tecnologías (European Commission, 2024b).

Tabla 15 Total EBITDA (miles de euros), promedio de la ratio de liquidez, rentabilidad financiera (ROE) y rentabilidad económica (ROA) (2022)

Actividad	EBITDA (miles)	Ratio de liquidez promedio (%)	Rentabilidad financiera (ROE) promedio (%)	Rentabilidad económica (ROA) promedio (%)
Operadores de red	2.725.206	70,73	24,8	6,7
Servicios de diseño, ingeniería y consultoría	31.864	345,74	12,8	8,0
Instalación, mantenimiento y atención al cliente	11.859	224,25	2,2	-1,8
Análisis y gestión de datos	-70.858	301,13	-45,8	-4,2
Servicios orientados al consumidor y participación de nuevos usuarios	160.469	258,99	18,0	5,1

⁷¹ El ROE o *Return on Equity* se calcula como el cociente de los resultados ordinarios antes de impuestos y los fondos propios. Este indicador de rentabilidad de una empresa mide la tasa de retorno de la inversión de los accionistas.

⁷² El ROA o *Return on Assets* se calcula como el cociente de los resultados ordinarios antes de impuestos y el activo total. Este indicador de rentabilidad de una empresa mide la capacidad de sus activos de generar beneficios.

Equipos avanzados para la red de alta y media tensión y soluciones digitales	-202.508	181,35	-22,4	4,2
Electrónica de potencia y almacenamiento	10.076	294,61	10,1	2,0
Contadores inteligentes y equipos de medida	49.622	164,08	9,7	5,4
Pruebas y certificación	3.154	105,35	6,6	2,4
Totales	2.784.321	222,65	2,32	2,95

Nota: Se han incluido en los cálculos de cada indicador todas las empresas clasificadas en cada actividad de la cadena de valor de acuerdo con la iniciativa del Clúster de la Energía Smart Grids Basque Country. Como consecuencia, existen casos donde una empresa aparece en más de una actividad. En dichos casos, por falta de información de detalle sobre el peso de cada actividad en la operación de la empresa, se ha incluido la totalidad del indicador, lo que resulta en que hay empresas duplicadas. Sin embargo, los totales se han calculado teniendo en cuenta cada empresa solo una vez, por lo que pueden no coincidir la suma por actividad con la suma por columnas.

Fuente: elaboración propia a partir de SABI.

3.3.2 Multiplicadores económicos de las ramas relacionadas con las empresas de la cadena de valor

En esta sección se calcula el efecto arrastre que puede producir un incremento en la producción de las ramas de actividad económica, dentro de las cuales están incluidas las actividades de las empresas de la cadena de valor de las redes, sobre el conjunto de la economía de la CAPV. Esto se realiza con la metodología *Input/Output*, método que busca representar el flujo económico o las interdependencias entre los diferentes sectores de una economía⁷³ y que emplea la matriz inversa de Leontief⁷⁴ calculada a partir de la matriz simétrica⁷⁵.

Utilizando la última matriz simétrica publicada por Eustat, correspondiente al año 2015, se calculan las matrices de coeficientes técnicos y la inversa de Leontief. De las 85 ramas de

⁷³ Mediante la representación matricial de la tabla de origen y la tabla de destino, agrupando por ramas homogéneas, se puede estudiar el flujo entre ellas, así como la evolución y relevancia de los sectores de la economía. Esta representación da lugar a la matriz simétrica o tabla *Input/Output* (Lora & Prada, 2023).

⁷⁴ La inversa de Leontief está compuesta por los multiplicadores económicos, r_{ij} , o lo que es lo mismo, cuánto se requiere de producto del sector i para producir un euro de producto final del sector j . Este multiplicador no solo tiene en cuenta el efecto directo de una mayor demanda del sector j sobre el sector i , sino también los consumos intermedios del sector i sobre las demás ramas, y su vez el incremento del consumo de las demás ramas, y así sucesivamente (Eustat, s. f.-c; Lora & Prada, 2023).

⁷⁵ A partir de la matriz simétrica es posible calcular los coeficientes técnicos de la economía, donde el coeficiente técnico a_{ij} corresponde al cociente entre las compras de insumos intermedios del sector j al i y el total de la producción del sector j (X_{ij}/X_j). Si la matriz A corresponde a la matriz de todos los coeficientes técnicos, el vector X a las producciones de cada sector y el vector Y a las demandas finales por sector, entonces se puede representar la producción de la economía según el modelo de Leontief como: $X = AX + Y$. Así, si se despeja el vector de producción, se tiene que $X = (I - A)^{-1}Y$, donde I es la matriz identidad y $(I - A)^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief (Álvarez Pelegry & Díaz Mendoza, 2013).

actividad económica se seleccionaron ocho ramas dentro de las cuales están incluidas los segmentos de la cadena de valor de las redes en la CAPV.

A partir de los multiplicadores de *input* y de *output* es posible estimar los encadenamientos hacia delante (o efecto empuje) y hacia atrás (o efecto arrastre) de una rama de actividad económica. En la [Tabla 16](#) se presentan los encadenamientos hacia atrás totales (directos e indirectos) de las ocho ramas seleccionadas, donde estos encadenamientos reflejan la importancia relativa de los consumos intermedios (directos e indirectos) de cada rama respecto al total de la demanda de la economía (Lora & Prada, 2023)⁷⁶.

El encadenamiento hacia atrás más alto, de las ocho ramas, lo presenta la rama de energía eléctrica (y el segundo encadenamiento más alto de las 85 ramas totales), donde están incluidos los operadores de red, con un valor de 1,965. Este encadenamiento refleja el efecto arrastre de la rama, donde el incremento unitario en la demanda final de esta rama genera un incremento de casi dos euros en la producción de la economía. Los siguientes lugares los ocupan las ramas de Telecomunicaciones y los Servicios de arquitectura e ingeniería. La rama de Material y equipo eléctrico ocupa el puesto seis de las ocho ramas tenidas en cuenta, con un valor de 1,369.

Tabla 16 Encadenamientos hacia atrás

No. Rama	Puesto	Rama	Encadenamiento hacia atrás total
043	2	Energía eléctrica	1,965
061	34	Telecomunicaciones	1,489
068	45	Serv. de arquitectura e ingeniería	1,448
062	53	Informática	1,404
032	56	Prod. informáticos y electrónicos	1,402
033	67	Material y equipo eléctrico	1,370
042	68	Reparación e instalación	1,369
069	77	Investigación y desarrollo	1,243

Nota: la columna No. Rama indica el número de la identificación de la rama de actividad económica otorgado por Eustat. La columna Puesto indica el ranking ocupado por la rama entre las 85 ramas de actividad, según el valor de su encadenamiento hacia atrás (de mayor a menor).

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Eustat.

⁷⁶ Los cálculos aquí presentados están basados en los índices de Rasmussen (1956) que utilizan los coeficientes de la matriz inversa de Leontieff para calcular los efectos directos e indirectos de una rama de actividad sobre el conjunto de la economía. Sin embargo, no calculamos los coeficientes de dispersión ni de la sensibilidad de la dispersión ya que únicamente se suman las columnas o filas de la matriz, sin realizar ponderaciones.

Por su parte, en la [Tabla 17](#) se presentan los encadenamientos hacia adelante totales (directos e indirectos). Este efecto empuje mide cómo incrementa la producción de todas las ramas productivas ante un incremento unitario en el valor añadido de la rama productiva objeto de análisis. La rama de energía eléctrica también ocupa el primer puesto en este caso, con un valor del encadenamiento hacia adelante total de 4,894, indicando que un incremento de un euro en su valor añadido genera un incremento de casi 5 euros en el producto del conjunto de la economía. Las ramas de Reparación e instalación, Telecomunicaciones y Servicios de arquitectura e ingeniería ocupan los siguientes lugares.

Al igual que en los encadenamientos hacia atrás, la rama de Material y equipo eléctrico ocupa uno de los últimos lugares en su efecto arrastre sobre el resto de la economía, en este caso el puesto siete de las ocho ramas. Es importante resaltar aquí, que esta es la única rama que se corresponde exclusivamente con actividades de las redes eléctricas, pues las demás ramas de actividad no se desagregan hasta el nivel necesario para separar solamente las actividades relacionadas con las redes. Esto puede explicar el efecto tractor más bajo que las demás ramas, así como el hecho de no contar con la información de la estructura de la economía de la CAPV actualizada.

Tabla 17 Encadenamientos hacia delante

No. Rama	Puesto	Rama	Encadenamiento hacia adelante total
043	1	Energía eléctrica	4,894
042	9	Reparación e instalación	2,292
061	12	Telecomunicaciones	1,993
068	14	Serv. de arquitectura e ingeniería	1,879
062	17	Informática	1,715
032	34	Prod. informáticos y electrónicos	1,344
033	49	Material y equipo eléctrico	1,169
069	82	Investigación y desarrollo	1,018

Nota: la columna No. Rama indica el número de la identificación de la rama de actividad económica otorgado por Eustat. La columna Puesto indica el ranking ocupado por la rama entre las 85 ramas de actividad, según el valor de su encadenamiento hacia atrás (de mayor a menor).

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Eustat.

4. Retos para la creación de valor por las redes eléctricas. Principales recomendaciones

Como se ha señalado, existe una clara necesidad de adaptar las redes eléctricas para satisfacer la creciente demanda de electrificación y descarbonización industrial, en particular en la CAPV. No obstante, para lograr desarrollar la red, España debe superar varios desafíos, entre ellos: (i) optimizar la planificación de la red, teniendo en cuenta la necesidad de mayores inversiones, (ii) las barreras existentes en el proceso de obtención de permisos, (iii) inadecuada coordinación entre las necesidades de inversión y la planificación y regulación, (iv) la regulación/retribución de la actividad de redes, (v) la falta de financiación de la cadena de valor de las redes y la necesidad de coordinación entre los diferentes incentivos ofrecidos para el desarrollo de tecnologías y servicios, (vi) la aceptación social de las infraestructuras y (vii) la escasez de mano de obra especializada y competencias.

Planificación de la red

La planificación de la red eléctrica es un proceso rígido y complejo que está poniendo en riesgo la estabilidad de esta debido a la integración de las energías renovables en combinación con la creciente demanda de electricidad. Las inversiones en distribución están condicionadas por la rigidez y discrecionalidad de la planificación de la red de transporte. El principal obstáculo es un proceso de planificación de la red que no anticipa las necesidades específicas de inversión. En la actualidad, el proceso de planificación de la red eléctrica se realiza en función de las necesidades de conexión más inmediatas para largos períodos de seis años (Anacleto et al., 2024).

Esta manera de planificar no es capaz de asumir la velocidad y la agilidad del entorno cambiante del sector energético donde se espera que el crecimiento de la oferta y la demanda de electricidad sea alto, aunque incierto. Sin embargo, la regulación debe apoyar la realización de inversiones anticipadas, que, según cálculos para toda la UE, podrían reducir la inversión requerida en la red alrededor del 18 % (EY & Eurelectric, 2024). En efecto, y a modo de ejemplo, en verano de 2024, Red Eléctrica anunció los nudos para celebrar los primeros concursos de acceso a la red por parte de la demanda (Acosta, 2024a). En total se seleccionaron siete (Andalucía, Comunidad de Madrid, Aragón, Castilla y León, Comunidad Valenciana, Cataluña y Castilla-La Mancha) obviando las necesidades existentes en otros territorios como la propia CAPV.

Para resolver esta situación se tiene que mejorar la flexibilidad de la planificación de la red y coordinar las necesidades de las redes de transporte y distribución y los puntos de conexión entre ambas. Una propuesta en esta línea podría consistir en abordar de manera proactiva la planificación, identificando las necesidades presentes y futuras, es decir anticipándose, y priorizando entre ellas. Asimismo, debe agilizarse el proceso de planificación, implementación y revisión, por ejemplo, con actualizaciones anuales de los planes de seis años. La planificación de las redes de distribución también se beneficiará de una mayor claridad de los marcos de remuneración. Todo ello debe considerar no solo la expansión de las redes sino también su digitalización y modernización.

Obtención de permisos

La ejecución de la planificación puede verse obstaculizada por los procesos de obtención de los permisos del proyecto. De hecho, se estiman plazos de ejecución de obras de entre cuatro y diez años. Con anterioridad se ha mencionado, a modo de ejemplo, la inversión en la interconexión submarina por el Golfo de Vizcaya que acumula grandes retrasos, aumentos en las estimaciones del coste de desarrollo, pero que además recientemente se ha visto paralizada en Francia como consecuencia de una orden judicial (en el lado francés) por el impacto de los trabajos en la fauna marina.

La mejora en los procesos de concesión de permisos es especialmente relevante en el ámbito de las redes de distribución, donde no hay claridad a nivel de la UE en cuanto a planificación o fechas límites para la obtención de servicios. Además, la legislación europea y nacional es compleja en términos de requerimientos, lo que entorpece la evaluación de impacto de las infraestructuras de red (European Commission, 2024c).

La concesión de permisos para el despliegue de la red se podría acelerar mediante soluciones que agilicen los trámites como una ventanilla única para la concesión de permisos de expansión de la red de transporte y distribución, la digitalización de procedimientos a nivel local y nacional (European Commission, 2024c) y la creación de corredores eléctricos en los que se facilite la tramitación de permisos en determinadas condiciones. De esta manera, se debe conseguir acompañar el ritmo necesario de la descarbonización, de forma que las redes no se conviertan en un cuello de botella para la penetración de las fuentes renovables o de la electrificación de la movilidad, entre otros.

Inadecuada coordinación entre las necesidades de inversión y la planificación y regulación

Los procesos de ejecución de las obras se ven obstaculizados por la colaboración limitada entre las partes interesadas del sector público y privado (reguladores, desarrolladores, consumidores, sociedad, etc.). A modo de ejemplo, existe una falta de coordinación entre el marco regulatorio existente y las necesidades de inversión, dado que las inversiones se limitan a un porcentaje del PIB (0,13 % y 0,065 % del PIB para inversiones en distribución y transporte respectivamente (Miteco, 2024b)) en lugar de analizar las necesidades reales. Este límite sobre el PIB impide realizar todas las inversiones en la red necesarias para facilitar la transición energética y avanzar en la electrificación de la economía.

Los consumidores se enfrentan a largos procesos para acceder a la red ya que hay más solicitudes de conexión que puntos de acceso suministrados. En efecto, demandas industriales y centros de datos se han visto paralizados en 2024 debido a que no se les han concedido sus solicitudes. Para superar esta situación un elemento fundamental es lograr la coordinación y colaboración entre las partes interesadas en la planificación, el despliegue y la operación de la red.

De acuerdo con Anacleto et al. (2024), la colaboración entre las partes debe permitir que los promotores de energías renovables conozcan las limitaciones de la red y los proyectos de demanda (por ejemplo, mediante la publicación de la capacidad actual y futura disponible de las subestaciones). También indican que se deben promover más proyectos de interés nacional común que ayuden a agilizar el despliegue de la red junto con los proyectos de energías

renovables y electrificación. Por otra parte, señalan que el acceso a la red para los desarrolladores de energías renovables podría mejorarse ofreciendo módulos de conexión técnicamente estandarizados y facilitando los requisitos de conexión al permitir conexiones condicionales con un nivel de restricción acordado previamente.

Regulación de una retribución estable, predecible y suficiente para la inversión en redes

Una vez que se haya planificado la red, aun suponiendo que se adapta y ajusta a las necesidades, el siguiente reto se relaciona con los volúmenes de inversión necesarios y otras dificultades que añaden riesgo y, en ocasiones, se traducen en aumentos de costes de las inversiones.

En efecto, el entorno geopolítico actual pone de manifiesto los desafíos relacionados con las cadenas de suministro de las materias primas y equipos necesarios para el desarrollo de las redes. Existe riesgo de escasez de equipos, entregas retrasadas y volatilidad de los precios de estos. A modo de ejemplo, los costes de los equipos de transporte y distribución aumentaron entre 0,6 y 1,3 veces en Europa en los últimos dos años (Anacleto et al., 2024).

Sin embargo, ante esta situación, existe una falta de claridad sobre la regulación futura de la remuneración de las inversiones, por ejemplo, la compensación tardía de las inversiones sin corrección por la inflación o la visibilidad limitada de las actualizaciones futuras y plazos para las nuevas conexiones de renovables (Anacleto et al., 2024). En este escenario, es necesario aportar claridad y previsibilidad al marco de remuneración para las inversiones y establecer un proceso de actualización de este, que se ajuste a diferentes contextos económicos (por ejemplo, considerando una mayor inflación y tasas de interés).

Para abordar esta problemática, los desafíos asociados a las cadenas de suministro podrían mitigarse estandarizando los equipos para reducir los costes y los plazos de entrega; estableciendo acuerdos marco a largo plazo con los fabricantes de equipos originales; y fomentando iniciativas de capacitación y reciclaje. Asimismo, la normativa relacionada con la retribución debe adecuarse rápidamente a la situación de cada momento, de manera que períodos inflacionarios no supongan retrasos en los desarrollos necesarios.

Financiación de la cadena de valor e incentivos a la inversión

No solo es necesaria la actualización del marco regulatorio para las inversiones en la red eléctrica, sino que también es necesario que las empresas de la cadena de valor de la red, proveedoras de productos y servicios necesarios para su desarrollo, logren atraer financiación. Muchas de estas empresas están ofreciendo (o buscan ofrecer) productos y servicios innovadores (como los basados en la IA, el internet de las cosas, *blockchain*, *big data*, etc.), cuyo desarrollo implica que tienen elevados niveles de riesgo, pero un potencial alto de crecimiento (como se señaló en la sección 3.3.1, pueden ser empresas con rentabilidades negativas o cercanas a cero, pero que son cruciales para la modernización, digitalización y automatización de la red eléctrica).

Así, es necesario desarrollar modelos de financiación para atraer capital de riesgo y fomentar la innovación de estas empresas, así como modelos y mecanismos para financiar los proyectos

de infraestructura eléctrica, donde se desarrollen instrumentos financieros⁷⁷ de largo plazo que permitan movilizar capital privado y se aligere la carga en los presupuestos públicos, que en última instancia, se trasladan a los consumidores (European Commission, 2024c).

Aceptación social

Al igual que en el caso de la energía renovable, el desarrollo de proyectos de infraestructura de la red eléctrica también se enfrenta a problemas relacionados con la aceptación social de las comunidades donde se llevarán a cabo. De hecho, recientemente se presentó el caso de que comunidades de vecinos rechazaron el desarrollo de tres macro parques de energía fotovoltaica en Álava, que generarían electricidad para ser trasladada al Puerto de Bilbao. El rechazo no solo es a los parques solares, sino también a la construcción de la línea de alta tensión, planificada para pasar por las provincias de Álava y Vizcaya (Lázaro, 2024).

La ciudadanía percibe costes por tener proyectos de energía renovable en su territorio (por ejemplo, en términos medioambientales y visuales) que no le generan beneficios (pues en ocasiones sienten que la energía renovable producida no se queda en sus municipios, aunque técnicamente la producción física se queda en el entorno más próximo a su generación). Esta problemática se vuelve todavía más relevante a medida que se continúan desplegando las energías renovables, donde muchas de las áreas óptimas de generación no necesariamente están cercanas a los lugares donde la demanda está ubicada, por lo que lograr ejecutar proyectos de infraestructura eléctrica es crucial para no congestionar la red existente y poder transportar y distribuir la electricidad producida (European Commission, 2024c).

Promover la aceptación y participación social para la adecuada integración de las renovables, a través de la inversión en redes, es una pieza clave. Esto es posible si los promotores, de la mano de los gobiernos (nacionales y regionales), se comprometen a planificar proyectos donde se involucre a la ciudadanía en todas sus etapas, se distribuyan equitativamente los costes y los beneficios, y se tengan en cuenta los colectivos vulnerables. Asimismo, se puede promover la aceptación social mediante la participación y educación de la ciudadanía en temas de energía, descarbonización y sostenibilidad medioambiental (Mosquera López & Fernández Gómez, 2023).

Mano de obra y competencias

Otra cuestión clave para el desarrollo de las inversiones se refiere a las necesidades de mano de obra y competencias, considerando que de acuerdo con estimaciones realizadas, la demanda de mano de obra en el ámbito de las redes eléctricas aumentará un 60 % a 2030 (Anacleto et al., 2024). Esto es tanto más relevante en el contexto actual de la triple transición: energética-medioambiental, tecnológico-digital y demográfico-social, caracterizada, esta última, por una reducción de la población en edad de trabajar a nivel europeo, español y de la CAPV (Fernández Gómez & Larrea Basterra, 2022a).

Existe una falta de habilidades que establece barreras a la innovación. Esta falta de competencias y cualificaciones necesarias, muy en particular de las relacionadas con la

⁷⁷ Ver (Larrea Basterra & Mosquera López, 2024) para una discusión a fondo de los diferentes tipos de incentivos a la inversión en tecnologías limpias.

digitalización, se está convirtiendo en un obstáculo a la inversión. De acuerdo con European Commission (2024b), alrededor del 42 % de los europeos carecen de habilidades digitales básicas, incluido el 37 % de los que forman parte de la fuerza laboral.

Ante esta situación, se debe optimizar el empleo de las habilidades y competencias disponibles y garantizar que las personas tienen acceso a educación y reconversión, ya que, en estos momentos, la competitividad de los territorios tiene menos que ver con los costes y más con el conocimiento y las competencias de la mano de obra (European Commission, 2024b).

Si bien, en la CAPV, se tienen capacidades para formación STEM se debe abordar la escasez de alumnos, prestando también atención a la formación de adultos y a la adaptación de personas ante las nuevas necesidades del mercado laboral, actualizando las competencias de los trabajadores a lo largo de su vida profesional.

En paralelo, el sistema de educación y formación debe ser más receptivo a las necesidades cambiantes de habilidades y a las brechas identificadas. Es necesario revisar los planes de estudio involucrando a los empleadores y otras partes interesadas. European Commission (2024b) establece la necesidad de introducir un sistema común de certificación, para que las habilidades adquiridas a través de programas de formación sean fácilmente comprensibles para los posibles empleadores de la UE.

El caso de la CAPV y de las redes eléctricas, supondrá un esfuerzo adicional para la atracción de talento. Esto puede resolverse para las redes inteligentes mediante intervenciones específicas complementarias, que a nivel de la UE se plantean con programas que combinen visas a nivel comunitario para estudiantes, graduados e investigadores. En el caso de la CAPV, se busca resolver mediante el desarrollo, entre otros, de programas de estudio como el Máster de Formación Permanente en Innovación y Tecnología con formación dual de la Universidad de Deusto, que en colaboración con las Instituciones públicas y las empresas busca atraer el talento STEM de terceros países para resolver los problemas existentes aquí (Universidad de Deusto, s. f.).

Recomendaciones finales

Como se ha discutido a lo largo del estudio, no llevar a cabo las inversiones necesarias en las redes eléctricas no solo pondría en riesgo la descarbonización de la economía, sino que también afectaría negativamente la competitividad de las empresas y del territorio. Esta repercusión sobre la competitividad es especialmente relevante en el caso de la CAPV, que tiene una industria con un peso importante en el PIB, una cadena de valor completa para el desarrollo de las redes eléctricas, y una política establecida de fomento a la I+D+i. Los siguientes elementos son de particular importancia:

- Para que el despliegue acelerado de las renovables tenga efectivamente un efecto reductor en la factura de energía de las empresas y hogares, y un efecto de reducción de las emisiones de GEI asociadas a la producción de energía, es necesario que las redes no se vuelvan un cuello de botella. La expansión, modernización, automatización y digitalización de las redes debe darse a la par que la descarbonización. De hecho, según European Commission (2024c) por cada euro que se invierta en energía limpia en Europa entre el 2022 y el 2040, se deberán invertir 0,9 euros en redes. Los elevados

precios de la energía son una barrera para el crecimiento económico y para la competitividad de las empresas, que en la UE se enfrentan a precios dos veces más altos que en Estados Unidos.

- La inversión en redes permitirá continuar con el desarrollo de la industria manufacturera de equipos y bienes eléctricos doméstica, pues se espera que la demanda de componentes de la red supere la capacidad manufacturera europea. Esto es especialmente relevante en el caso del País Vasco, que cuenta con un sector de equipo y material eléctrico con un peso importante en la economía. Por un lado, es necesario darle a esta industria mayor apoyo para la inversión en innovación y su posicionamiento debido a sus elevados estándares de calidad que le hacen diferenciarse en los mercados internacionales. Por otro lado, a nivel supranacional se debe fomentar la estandarización de los componentes de la red, para no solo acelerar la expansión de las redes con costes más bajos, sino también para que las empresas manufactureras puedan aprovecharse de economías de escala e incrementar su valor añadido (European Commission, 2024c). Esto es de suma importancia dado que las cadenas de suministro de estos equipos van a estar sometidas a elevados niveles de estrés por la falta de materias primas y de talento, entre otros.
- Una expansión y modernización de las redes en línea con los objetivos de descarbonización también promoverá el desarrollo de tecnologías innovadoras. Seguir promoviendo la I+D+i de diferentes tecnologías es crucial para brindar soluciones a la red que impliquen menores niveles de inversión, a la vez que estos desarrollos también pueden ser utilizados por otros sectores y haciendo a las empresas y territorios que invierten en ellos más competitivos.

En conclusión, se debe conseguir que las redes eléctricas y la cadena de valor asociada crezcan al ritmo que se demanda para la descarbonización. La nueva inversión en redes no solo permitirá electrificar la demanda industrial en la CAPV trayendo beneficios económicos, sociales y medioambientales, sino que, además, permitirá una reducción de los costes unitarios de distribución. En definitiva, se necesita un nuevo diseño de la red eléctrica para el s. XXI y así evitar la deslocalización de la industria vasca y de su potencial desarrollo. Lo anterior será posible si se brindan incentivos a la inversión suficientes y eficientes, que permitan la financiación y el desarrollo oportuno de las infraestructuras de redes eléctricas (Larrea Basterra & Mosquera López, 2024). Estos incentivos deben fomentar las inversiones anticipatorias teniendo en cuenta que en el caso de España y en particular de la CAPV, no es solo anticiparse, sino que ya vamos con retraso.

Bibliografía

- Accenture, & Eurelectric. (2024). *Wired for tomorrow. Unleashing the power of digitalisation in grids*. <https://powersummit2024.eurelectric.org/wired-for-tomorrow/>
- Acosta, S. (2024a, septiembre 4). Red Eléctrica anuncia los nudos para celebrar los primeros concursos de acceso a la red por parte de la demanda. *El Periódico de la Energía*. <https://elperiodicodelaenergia.com/red-electrica-anuncia-los-nudos-para-celebrar-los-primeros-concursos-de-acceso-a-la-red-por-parte-de-la-demanda/>
- Acosta, S. (2024b, septiembre 6). Endesa pone números al atasco eléctrico: Han rechazado 15 GW de demanda y renovables en los últimos cuatro años. *El Periódico de la Energía*. <https://elperiodicodelaenergia.com/endesa-pone-numeros-al-atasco-electrico-han-rechazado-15-gw-de-demanda-y-renovables-en-los-ultimos-cuatro-anos/>
- Agencia Vasca del Agua. (2020). *Actualización del estudio de la demanda de agua en la CAPV*. https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/documentacion/2021_demanda/es_def/adjuantos/Actualizacion-del-Estudio-de-la-demanda_2021.pdf
- Álvarez Pelegry, E., & Díaz Mendoza, A. C. (2013). *Energía-industria-empleo: Metodología input-output*. Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad. <https://www.orkestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/211-energia-industria-empleo-metodologia-input-output>
- Álvarez Pelegry, E., Larrea Basterra, M., Díaz Mendoza, A. C., & Mosácula Atienza, C. (2013). *La transformación del sector energético del País Vasco: Aspectos relativos a la competitividad* (01/2013). <https://www.orkestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/778-transformacion-sector-energetico-pais-vasco-aspectos-relativos-competitividad>
- Anacleto, A., González, D., Ribeirinho, M. J., Amorim Santiago, D., Martínez Giménez, I., & Ovídio, P. (2024). *The Iberian green industrial opportunity: Electrification and renewables*. MCKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/the-iberian-green-industrial-opportunity-electrification-and-renewables>
- Aymamí, J., García, A., Lacave, O., Lledó, L., Mayo, M., & Parés, S. (2011). *Análisis del recurso. Atlas eólico de España. Estudio técnico PER 2011-2020*. IDAE. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e4_atlas_eolico_331a66e4.pdf
- Caramizaru, E., & Uihlein, A. (2020). *Energy communities: An overview of energy and social innovation*. Publications Office; European Commission. Joint Research Centre. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/180576>
- Chatterjee, M. (2024, junio 27). *Avoiding gridlock: The Impact of climate on electric grids*. <https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/climate-and-natural-catastrophe-risk/impact-of-climate-on-electric-grids.html>

Chaves, J. P., Cossent, R., Gómez, T., López, G., Matanza, J., Mateo, C., Rodríguez, N., Sánchez Fornié, M. Á., & Ruíz, M. Á. (2024, junio). *La digitalización de las redes eléctricas de distribución. Indicadores e inversiones*. IIT, Fundación Naturgy. <https://www.fundacionnaturgy.org/actividad/presentacion-del-estudio-la-digitalizacion-de-las-redes-electricas-indicadores-e-inversiones/>

Chaves, P., Cossent, R., Gómez, T., López, G., Matanza, J., Mateo, C., Rodríguez, N., & Sánchez, M. Á. (2021). *La digitalización de las redes eléctricas de distribución en España* [IIT, Fundación Naturgy].

Clúster de Energía. (2022). *El sector energético vasco en cifras*. <https://www.clusterenergia.com/cluster-en-cifras>

Cluster Energía. (2023). *Smart grids Basque Country*. <https://www.clusterenergia.com/smart-grids-basque-country>

Clúster Energía. (2024). *¿Quiénes somos?* <https://www.clusterenergia.com/quienes-somos>

Cluster Energía. (2024, enero 30). *Nace el Basque Industrial Hub for Circularity: Un hub de innovación para la descarbonización de la industria vasca*. <https://www.clusterenergia.com/noticias-asociados-2/nace-basque-industrial-hub-for-circularity-un-hub-innovacion-para-descarbonizacion-industria-vasca>

Comisión Europea. (2023). *COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES. Redes, el eslabón perdido: Plan de Acción de la UE para las Redes*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023DC0757>

Consejo de Gobierno. (2023, junio 20). *El Fondo Finkatuz alcanza los 300m" de capital tras aprobar hoy el Gobierno Vasco una ampliación de 40m"*. <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/noticia/2023/el-fondo-finkatuz-alcanza-300m-capital-aprobar-hoy-gobierno-vasco-ampliacion-40m-consejo-gobierno-20-06-2023/>

CRE. (2024). *Les interconnexions françaises au cœur de l'Europe: Vitales face à la crise, indispensables pour la décarbonation*. Commission de Régulation de l'Énergie. https://www.cre.fr/fileadmin/Documents/Rapports_et_etudes/2024/Rapport_Interconnexions_CRE.pdf

Daniel, C., Gehin, J. C., Laurin-Kovitz, K., Morreale, B., Stevens, R., Tumas, W., Anitescu, M., Poczatek, A., Siegel, A., Som, S., Vilim, R., Grout, R., Kroposki, B., Yue, M., Rose, K., Al Rashdan, A., Ritter, C., Balaprakash, P., Jain, P., ... Dietrich, E. M. (2024). *Advanced Research Directions on AI for Energy* (ANL-23/69, 2340139, 188611; p. ANL-23/69, 2340139, 188611). <https://doi.org/10.2172/2340139>

Departamento de desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente. (2024). *Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la C.A. de Euskadi. 2022*. <https://www.euskadi.eus/estadistica/inventario-de-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-de-la-c-a-de-euskadi-2022/web01-a2ingair/es/>

Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, & Gobierno Vasco. (2021). *Plan de Transición Energética y Cambio Climático. 2021—2024*. <https://www.ihobe.eus/publicaciones/plan-transicion-energetica-y-cambio-climatico-2021-2024>

Departamento de Educación. (2019). *Formación Profesional. Familias Profesionales*. <https://www.euskadi.eus/informacion/familias-profesionales/web01-a2hlanhz/es/>

Departamento de Hacienda y Finanzas. (2024). *Información financiera pública*. <https://www.euskadi.eus/entidad/sociedad-de-capital-desarrollo-de-euskadi-socade-sa/web01-a2ogafin/es/>

Departamento de Industria, Transición Energética y Sostenibilidad. (2024, 01). *Catálogo de Ayudas y Servicios a las empresas para el año 2024*. <https://www.euskadi.eus/catalogo-de-ayudas-y-servicios-a-las-empresas-para-el-ano-2024/web01-s2ekono/es/>

DSOEntity. (2024). *DSOs united in diversity. Enablers of the energy transition* [Map]. <https://eudsoentity.eu/publications/download/119>

El Diario Vasco. (2023, octubre 30). Las redes eléctricas, la pieza clave de la transición energética. *El Diario Vasco*. <https://www.diariovasco.com/suplementos/medio-ambiente/redes-electricas-pieza-clave-transicion-energetica-20231030133827-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.diariovasco.com%2Fsuplementos%2Fmedio-ambiente%2Fredes-electricas-pieza-clave-transicion-energetica-20231030133827-nt.html>

Energía y Sociedad. (2023). *Las redes eléctricas y su efecto vertebrador en la transición energética*. <https://www.energiaysociedad.es/boletin/las-redes-electricas-y-su-efecto-vertebrador-en-la-transicion-energetica/>

Energía y Sociedad. (2024). *Papel de las redes eléctricas en la transición energética, industrial y digital*. <https://www.energiaysociedad.es/papel-de-las-redes-electricas-en-la-transicion-energetica-industrial-y-digital/>

ENTSO-E. (2024). *ENTSO-E RDI Roadmap 2024–2034. Innovation Missions to build the power system for a Carbon-Neutral Europe*. <https://www.entsoe.eu/news/2024/07/10/entso-e-research-development-innovation-roadmap-2024-2034/>

ERT. (2024, abril 9). *Strengthening Europe's Energy Infrastructure*. European Round Table for Industry. <https://ert.eu/documents/energy2024/>

European Commission. (s. f.). *Energy poverty*. https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumer-rights/energy-poverty_en

European Commission. (2011, marzo 8). *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:en:PDF>

European Commission. (2020). *Report from the Commission. Assessing the availability of alternatives to fluorinated greenhouse gases in switchgear and related equipment, including medium-voltage secondary switchgear*.

https://climate.ec.europa.eu/document/download/96f3dac7-f785-4d7e-922d-aa69869b6ce4_en?filename=c_2020_6635_en.pdf

European Commission. (2023). *Renewable energy targets*. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en

European Commission. (2024a). *Quarterly report On European electricity markets with focus on annual overview for 2023*. https://energy.ec.europa.eu/document/download/d48ec6b0-987f-4702-af0a-76bfb4fbce0c_en?filename=New%20Quarterly%20Report%20on%20European%20Electricity%20markets%20Q4%202023.pdf

European Commission. (2024b). *The future of European competitiveness. Part A | A competitiveness strategy for Europe*. https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en

European Commission. (2024c). *The future of European competitiveness. Part B | In-depth analysis and recommendations*. https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en

European Commission. (s.f.). *Climate, infrastructure and environment executive agency/ Energy PCI-PMI Transparency platform: Projects of common interest & Projects of mutual interest—Interactive map*. https://ec.europa.eu/energy/infrastructure/transparency_platform/map-viewer/main.html

European Council. (2020). *The clean air package: Improving Europe's air quality*. <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/clean-air/#:~:text=The%20clean%20air%20package%20aims,for%20emissions%20and%20air%20pollution.>

Eurostat. (2024). *Shedding light on energy in Europe - 2024 edition*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/energy-2024>

Eustat. (s. f.-a). *Establecimiento*. https://www.eustat.eus/documentos/elem_1580/definicion.html#:~:text=Definici%C3%B3n%20Establecimiento&text=Es%20una%20unidad%20productora%20de,en%20un%20emplazamiento%20topogr%C3%A1fico%20determinado.

Eustat. (s. f.-b). *Innovación*. https://www.eustat.eus/estadisticas/tema_217/opt_0/tipo_1/ti_innovacion/temas.html

Eustat. (s. f.-c). *Matriz inversa de Leontief*. https://es.eustat.eus/documentos/elem_15552/definicion.html

Eustat. (2023a). *Cuentas de flujos de materiales de la C.A. de Euskadi. Extracción Doméstica (ED). 2005-2020*. https://www.eustat.eus/elementos/ele0009400/cuentas-de-flujos-de-materiales-de-la-ca-de-euskadi-extraccion-domestica-ed/tbl0009401_c.html

Eustat. (2023b). *Gasto total (miles de euros), gasto medio (euros) y distribución porcentual del gasto de los hogares de la C.A. de Euskadi por ECOICOP/EGF a 4 dígitos, tipo de medida y*

- periodo. https://www.eustat.eus/bankupx/pxweb/es/DB/-/PX_172503_cegf_egf08.px/table/tableViewLayout2/
- Eustat. (2023c). *PIB y su distribución*. https://www.eustat.eus/bancopx/spanish/id_3426/indiceRR.html
- Eustat. (2023d). *Producto interior bruto (PIB) de la C.A. de Euskadi (oferta) por territorio histórico, sector, tipo de dato, tipo de medida y periodo*. https://www.eustat.eus/bankupx/pxweb/es/DB/-/PX_170112_cpib_pib01d.px/table/tableViewLayout2/
- Eustat. (2024a). *Dependencia energética (*) de la C. A. de Euskadi y de los países de la Unión Europea (%)*. 2010-2022. https://www.eustat.eus/elementos/ele0018500/dependencia-energetica--de-la-c-a-de-euskadi-y-de-los-paises-de-la-union-europea-/tbl0018533_c.html
- Eustat. (2024b). *Macromagnitudes de la C.A. de Euskadi por principales agregados, territorio histórico y sector (A86) (miles de euros)*. 2008—2022. https://www.eustat.eus/bankupx/pxweb/es/DB/-/PX_112311_cindus_ind01.px
- Eustat. (n.d.). *Contenido tecnológico de la industria de la C.A. de Euskadi de la C.A. de Euskadi por sectores y concepto*. 2008—2022. https://es.eustat.eus/bankupx/pxweb/es/DB/-/PX_112311_cindus_ind06c40_05.px
- EVE. (2023). *Euskadi Energía 2022. Datos energéticos*. <https://eve.eus/Conoce-la-Energia/La-energia-en-Euskadi/Publicaciones/Datos-Energeticos/Euskadi-Energia-2022>
- EVE. (s.f.). *Redes inteligentes*. <https://www.eve.eus/Actuaciones/Actuaciones/RedesInteligentes?lang=es-es>
- EVE, & Gobierno Vasco. (2017). *Estrategia energética de Euskadi 2030*. <https://www.eve.eus/Conoce-la-Energia/La-energia-en-Euskadi/Energy-Policy-2030?lang=es-es>
- EY, & Eurelectric. (2024). *Grids for Speed*. https://powersummit2024.eurelectric.org/wp-content/uploads/2024/05/Grids-for-Speed_Report.pdf
- Fernández Gómez, J., & Larrea Basterra, M. (2021). Fomento de la financiación verde en el ámbito subnacional. El caso del País Vasco. *Ekonomiaz*, 99, 1 semestre. <https://www.euskadi.eus/web01-a2reveko/es/k86aEkonomiazWar/ekonomiaz/abrirArticulo?idpubl=96®istro=15>
- Fernández Gómez, J., & Larrea Basterra, M. (2022a). El papel de los Gobiernos en el desarrollo de ecosistemas eficientes de financiación de inversiones. *Ikerketak*, 1. https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/ikerketak_ekonomiaz/es_publica/adjuntos/IKERKETAK-2022-I-El-papel-de-los-Gobiernos-en-la-financiacion-de-inversiones.pdf
- Fernández Gómez, J., & Larrea Basterra, M. (2022b). *Empleo y capacidades verdes en la CAPV* (Cuadernos Orkestra). Instituto Vasco de Competitividad-Fundación Deusto. <https://www.orkestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/2333-220008-empleo-capacidades-verdes-capv>
- Foro de Gestión y Finanzas. (2024). *Foro de Gestión y Finanzas*. <http://forodegestionyfinanzas.org/>

- Fraunhofer ISI. (2024). *Direct electrification of industrial process heat. An assessment of technologies, potentials and future prospects for the EU*. Study on behalf of Agora Industry. https://www.agora-industry.org/fileadmin/Projects/2023/2023-20_IND_Electrification_Industrial_Heat/A-IND_329_04_Electrification_Industrial_Heat_WEB.pdf
- Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, & Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). *Empleo y Transición Ecológica. Yacimientos de Empleo, Transformación Laboral y Retos Formativos en los Sectores Relacionados con el Cambio Climático y la Biodiversidad en España*. <https://fundacion-biodiversidad.es/recursos-y-publicaciones/>
- FutuRed. (2015). *Inventario de capacidades de I+D en redes eléctricas en España*. <https://futured.es/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2024/05/Inventario-de-Capacidades-de-ID-en-Redes-Elctricas-en-Espana.pdf>
- García-Aranda, C., Pérez Rodríguez, J., Rodríguez-Chueca, J. J., Fraile-Ardanuy, J., Fernández-Muñoz, D., & Molina-García, A. (2024). *Education for sustainability and green skills in engineering. The ENERGY2WIN project*. 4390-4396. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2024.1095>
- General Secretariat of the Council. (2024, mayo 30). *Advancing Sustainable Electricity Grid Infrastructure- Council conclusions (30 May 2024)*. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10459-2024-INIT/en/pdf>
- Gobierno Vasco. (2023a). *Anteproyecto de Ley de Transición Energética y Cambio Climático*. Vitoria.
- Gobierno Vasco. (2023b). *PCTI 2030. Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación Euskadi 2030*. <https://www.euskadi.eus/pcti-2030/web01-a2pcti30/es/>
- Gobierno Vasco, & Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente. (2022). *Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la C.A. de Euskadi 1990-2021. Gases acidificantes y eutrofizantes, precursores del ozono troposférico y material particulado*. https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fopendata.euskadi.eus%2Fcontenidos%2Festadistica%2Famb_ca_eca_2021%2Fopendata%2F1_ECA_CAPV_90a21_es.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK
- Gobierno Vasco, & Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente. (2024). *Plan de calidad del aire de Euskadi 2030*. <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/noticia/2024/el-gobierno-vasco-aprueba-nuevo-plan-calidad-del-aire-euskadi-2030-enfocado-mejorar-salud-personas-consejo-gobierno-19-3-2024/>
- Gobierno Vasco, Grupo SPRI, & Cluster Energía. (s.f.). *EnergiBasque. Estrategia tecnológica y de desarrollo industrial. Despliegue del área de Energía RIS3 Euskadi*. <https://www.eve.eus/EveWeb/media/EVE/pdf/energibasque/EnergiBasque.pdf>
- Grupo SPRI. (2022). *Estrategia EnergiBasque. Despliegue del área de Energía RIS3 Euskadi*. <https://www.spri.eus/es/tecnologia-comunicacion/energibasque-resumen-ejecutivo-despliegue-del-area-energia-ris3-euskadi/>

Heflich, A., & Saulnier, J. (2022). *Towards carbon neutrality through ambitious transformation of the EU energy system* (Briefing PE 730.346; European Added Value in Action). European Parliament.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/730346/EPRS_BRI\(2022\)730346_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/730346/EPRS_BRI(2022)730346_EN.pdf)

IAEA. (2019). *Adapting the energy sector to climate change*. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1847_web.pdf

Iberdrola. (2024a). *Cotización de la acción de Iberdrola en bolsa. Iberdrola, un valor de referencia en la Bolsa*. <https://www.iberdrola.com/accionistas-inversores/accion/cotizacion>

Iberdrola. (2024b). *Principales bonos emitidos*. <https://www.iberdrola.com/accionistas-inversores/inversores/renta-fija/principales-bonos-emitidos>

Iberdrola. (2024c, marzo 18). *El BEI e Iberdrola acuerdan un préstamo verde de 700 millones de euros para la expansión de redes eléctricas en España*. <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/bei-iberdrola-acuerdan-prestamo-verde-700-millones-de-euros-para-la-expansion-de-redes-electricas-espana>

Iberdrola España. (2023). *El Gobierno Vasco e Iberdrola España mejorarán los tendidos eléctricos en Urdaibai para proteger la avifauna*. <https://www.iberdrolaespana.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/231130-el-gobierno-vasco-e-iberdrola-espana-mejoraran-los-tendidos-electricos-en-urdaibai-para-proteger-la-avifauna>

IEA. (2023a). *Electricity Grids and Secure Energy Transitions: Enhancing the Foundations of Resilient, Sustainable and Affordable Power Systems*. OECD. <https://doi.org/10.1787/455dd4fb-en>

IEA. (2023b). *Smart Grids*. <https://www.iea.org/energy-system/electricity/smart-grids>

IEA. (2023c). *World Energy Outlook 2023*.

IEA. (2024a). *A Global Review of Patent Data for Smart Grid Technologies*. <https://www.iea.org/reports/a-global-review-of-patent-data-for-smart-grid-technologies>

IEA. (2024b). *World Energy Outlook 2024*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>

IEA. (2024c, febrero). *Unlocking Smart Grid Opportunities in Emerging Markets and Developing Economies*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5d97b28a-ca5f-46a5-a194-2c13fd6e4aad/UnlockingSmartGridOpportunitiesinEmergingMarketsandDevelopingEconomies.pdf>

IG. (s.f.). *Ratio de apalancamiento (definición)*. <https://www.ig.com/es/glosario-trading/definicion-de-ratio-de-apalancamiento>

INE. (2023). *Contabilidad nacional anual de España: Agregados por rama de actividad*. <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=69069>

Kamp, B., Carrillo, F., & Pescarin, F. (2024). *Análisis de la inversión extranjera directa en la economía vasca y sus empresas y valoración de su efecto sobre la competitividad* (Cuadernos

Orkestra 04/2024; Cuadernos Orkestra). Instituto Vasco de Competitividad- Fundación Deusto, Universidad de Deusto. <https://doi.org/10.18543/UNQI4092>

Larrea Basterra, M. (2023). *Riesgos geopolíticos y de precios para el desarrollo de las redes eléctricas inteligentes. Medidas de actuación*. P.29. <https://futured.es/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2024/05/Libro-de-comunicaciones-Congreso-Redes-Inteligentes-Futured-2023.pdf>

Larrea Basterra, M., & Badajoz López, A. (2024). *Análisis del impacto socioeconómico de la crisis energética* (Cuadernos Orkestra). <https://www.orkestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra>

Larrea Basterra, M., & Mosquera López, S. (2024). *Incentivos a la inversión en tecnologías limpias* (Cuadernos Orkestra). Instituto Vasco de Competitividad- Fundación Deusto, Universidad de Deusto. <https://www.orkestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/2782-240034-incentivos-inversion-tecnologias-limpias>

Lázaro, S. (2024, mayo 24). *Álava aumenta su rechazo a la solar tras el proyecto para llevar energía al Puerto de Bilbao*. https://cronicavasca.elespanol.com/empresas/20240524/alava-aumenta-rechazo-proyecto-energia-puerto-bilbao/857414290_0.html?utm_source=piano&utm_medium=email&utm_campaign=30807&pnespid=t7ZrBTxYjvkKyvaRvC_7CJ2N7gquWJVoPemnnbU2tARmPIQmpET97UtpmIEJNASY4kcK8KwS.g

Legasa, A. (2024a, agosto 23). *La historia interminable del cable submarino con Francia: La obra avanza pese a los obstáculos*. *Crónica Vasca*. https://cronicavasca.elespanol.com/empresas/20240823/la-historia-interminable-submarino-francia-avanza-obstaculos/879912018_0.html?utm_source=piano&utm_medium=email&utm_campaign=30807&pnespid=tbpuFnRMN.oT1OjMtz.pHjvQvx6yWZJtN_a_2.lyqQdm9LnkljncYRsiN1aoF98FnnjXw9cOQ

Legasa, A. (2024b, agosto 23). *Un macroproyecto de casi 3.000 millones de euros con respaldo de la Unión Europea*. https://cronicavasca.elespanol.com/empresas/20240823/un-macroproyecto-de-millones-respaldo-union-europea/880161995_0.html?utm_source=piano&utm_medium=email&utm_campaign=30807&pnespid=qrR1DnoYMBwfhAbO.iqUGICN7knzV8RINbfln7thsAdmAh_JLk10nM56_SustnEa0m_L8UP9eA

Lora, E., & Prada, S. I. (2023). *Técnicas de medición económica. Metodología y aplicaciones en Colombia* (6ta edición). Universidad Icesi. <https://doi.org/10.18046/EUI/tme.6>

Marcu, A., Coker, E., Bourcier, F., Caneill, J.-Y., Schleicher, S., López Hernández, J. F., Chang, H., Romeo, G., & Chawah, P. (2024). *2024 State of the EU ETS Report*. ERCST, BloombergNEF, Wegener Center, Compass Lexecon. <https://ercst.org/2024-state-of-the-eu-ets-report/#>

María, P. (2024, septiembre 25). *El Gobierno intervendrá el despliegue de centros de datos en España y obligará a gigantes como Google, Amazon o Microsoft a presentarse a un concurso*. <https://www.elmundo.es/economia/empresas/2024/09/25/66f29b4afdddffcc208b459e.html>

Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. (2023). *Stratégie française pour l'énergie et le climat. Programmation Pluriannuelle de l'énergie. 2019-2023; 2024-2028*. <https://www.ecologie.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>

Miteco. (2023). *Borrador de la actualización del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. 2023-2030* (p. 635). <https://www.miteco.gob.es/gl/energia/participacion/2023-y-antteriores/detalle-participacion-publica-k-607.html>

Miteco. (2024a). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. ACTUALIZACIÓN 2023-2030*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/energia/files-1/pniec-2023-2030/PNIEC_2024_240924.pdf

Miteco. (2024b, junio 4). *Consulta pública previa sobre la modificación del límite de inversiones en redes*. <https://www.miteco.gob.es/es/energia/participacion/2024/detalle-participacion-publica-k-682.html>

Monitor Deloitte. (2019). *El sector de fabricación de bienes de equipo eléctrico ante la transición energética: Una oportunidad industrial*.

Monitor Deloitte, E.DSO, & Eurelectric. (2021). *Connecting the dots: Distribution grid investment to power the energy transition*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/energy-resources/deloitte-ch-en-eurelectric-connecting-the-dots-study.pdf>

Mosquera López, S., & Fernández Gómez, J. (2023). *Aceptación social de proyectos de energía renovable locales* (08/2023; Cuadernos Orkestra). Instituto Vasco de Competitividad-Fundación Deusto. <https://www.orkestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/2670-230063-aceptacion-social-proyectos-energia-renovable-locales>

Mosquera López, S., & Larrea Basterra, M. (2024). *Pobreza energética Norte y Sur Global. ¿Dos perspectivas diferentes de un mismo problema?* Cuadernos Deusto de Derechos Humanos.

Norouzi, F., Hoppe, T., Kamp, L. M., Manktelow, C., & Bauer, P. (2023). Diagnosis of the implementation of smart grid innovation in The Netherlands and corrective actions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 175, 113185. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113185>

OIT. (2021, octubre 28). *Cambio climático y financiamiento de una transición justa*. Organización Internacional del Trabajo. <https://www.ilo.org/es/resource/cambio-climatico-y-financiamiento-de-una-transicion-justa>

OMIE. (2024). *Mínimo, medio y máximo precio de la casación del mercado diario*. <https://www.omie.es/es/market-results/interannual/daily-market/daily-prices?scope=interannual>

OPS. (s. f.). *Calidad del aire*. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/calidad->

Red Eléctrica. (2024a). *Consulta el estado de las solicitudes. Generación—Nudos—Vizcaya*. <https://www.ree.es/es/clientes/generador/acceso-conexion/conoce-el-estado-de-las-solicitudes>

Red Eléctrica. (2024b). *Las renovables generan el 17,3 % de toda la electricidad en el País Vasco en 2023*. https://www.ree.es/sites/default/files/07_SALA_PRENSA/Documentos/2024/NP_Pais_Vasco.pdf

Red Eléctrica. (2024c, julio). *Estado de las Solicitudes de Acceso y Conexión a la Red*. <https://www.ree.es/es/clientes/generador/acceso-conexion/conoce-el-estado-de-las-solicitudes>

Red Eléctrica, & Gobierno de España. (2020). *Plan de desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica Período 2021-2026*. 27/05/2024. https://www.planificacioneolica.es/sites/default/files/2024-04/REE_PLAN_DESARROLLO_MAP_0.pdf

Redacción. (2024, mayo 30). *La UE se compromete a una red eléctrica más verde y competitiva*. <https://elperiodicodelaenergia.com/ue-se-compromete-red-electrica-mas-verde-competitiva/>

Rodríguez, D. (2024). *La retribución a las redes de electricidad y gas en España: Análisis y propuestas* (Estudios sobre la Economía Española). Fedea. https://documentos.fedea.net/pubs/eee/2024/eee2024-22.pdf?utm_source=wordpress&utm_medium=portada&utm_campaign=estudio

Sancho Ávila, J. M., Riesco Martín, J., Jiménez Alonso, C., Sánchez de Cos Escuin, M. C., Montero Cadalso, J., & López Bartolomé, M. (s.f.). *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y AEMET (Eds.). https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf

Sidenor. (2021). *El desorbitado precio de la electricidad obliga a Sidenor a parar su actividad*. El blog. <https://www.sidenor.com/es/precio-electricidad-obligar-sidenor-parar-actividad/>

Smart Grids Info. (2024a, julio 10). *Un proyecto evalúa el impacto de los eventos climáticos en la red eléctrica de dos municipios vascos*. https://www.smartgridsinfo.es/2024/07/10/proyecto-evalua-impacto-eventos-climaticos-red-electrica-dos-municipios-vascos?utm_source=SMARTGRIDSINFO&utm_campaign=4d41c49a96-smartgridsinfo_newsletter_diario&utm_medium=email&utm_term=0_15aa5aa69e-ab8c112e28-%5BLIST_EMAIL_ID%5D

Smart Grids Info. (2024b, julio 11). *Red Eléctrica despliega más de 750 dispositivos DLR para maximizar el uso de la red de transporte*. https://www.smartgridsinfo.es/2024/07/11/red-electrica-despliega-mas-750-dispositivos-dlr-maximizar-uso-red-de-transporte?utm_source=SMARTGRIDSINFO&utm_campaign=249d1a1907-smartgridsinfo_newsletter_diario&utm_medium=email&utm_term=0_15aa5aa69e-ab8c112e28-%5BLIST_EMAIL_ID%5D

Smart Grids Info. (2024c, noviembre 21). *Impulso al compromiso mundial de almacenamiento y redes de energía de la COP29*. https://www.smartgridsinfo.es/2024/11/21/impulso-compromiso-mundial-almacenamiento-redes-energia-cop29?utm_source=SMARTGRIDSINFO&utm_campaign=99e81dde8b-smartgridsinfo_newsletter_diario&utm_medium=email&utm_term=0_15aa5aa69e-ab8c112e28-29462674

Stokes, B. (2024). *EU-US relations after the Inflation Reduction Act, and the challenges ahead* (PE 759.588). European Parliamentary Research Service. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/385275>

Tecnalia, Orkestra, & EVE. (2020). *Proyecto Klimatek 2017-2018. Resiliencia climática del sector de la energía en el País Vasco*. Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. <https://www.ihobe.eus/publicaciones/coleccion-klimatek-resiliencia-climatica-sector-energia-en-pais-vasco-2>

Thomson, H., & Bouzarovski, S. (2020). *Transforming the measurement and mitigation of energy poverty: Executive Summary of the European Union Energy Poverty Observatory* (EU Energy Poverty Observatory). Publications Office of the European Union; doi:10.2833/758312. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/9785d271-e134-11ea-ad25-01aa75ed71a1/language-en>

Thomson, H., Bouzarovski, S., & Snell, C. (2017). Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. *Indoor and Built Environment*, 26(7), 879-901. <https://doi.org/10.1177/1420326X17699260>

Tsekeris, D., Karjalainen, J., Tansini, C., & Vela, A. (2024). *Wired for Climate Neutrality: A Paris Agreement Compatible (PAC) roadmap for power grids*. Climate Action Network; European Environmental Bureau. https://eeb.org/wp-content/uploads/2024/05/Wired-for-Climat-Neutrality_A-Paris-Agreement-Compatible-roadmap-for-power-grids.pdf

Universidad de Deusto. (s. f.). *Máster de Formación Permanente en Innovación y Tecnología Modalidad Dual*. Recuperado 6 de octubre de 2024, de <https://www.deusto.es/es/inicio/estudia/estudios/master-propio/dual-innovacion-tecnologia#:~:text=El%20M%C3%A1ster%20de%20Formaci%C3%B3n%20Permanente%20en>

U.S. Department of Energy. (2013). *Economic Impact of Recovery Act Investments in the Smart Grid*. https://www.smartgrid.gov/document/economic_impact_recovery_act_investments_smart_grid.html

Valero, B., Alcantarilla, R., Marcuello, C., & Díaz Foncea, M. (2024). *Las comunidades energéticas como herramienta de transformación social*. https://ecodes.org/images/que-hacemos/MITERD-2023/Informe_MITERD_Comunidades_Energéticas.pdf

Vasiljevska, J., Gangale, F., Covrig, L., & Mengolini, A. (2021). *Smart Grids and Beyond: An EU research and innovation perspective* (JRC125980 EUR 30786 EN; ISBN 978-92-76-36194-7,). Publications Office of the European Union; doi:10.2760/705655, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC125980>

WindEurope. (2024). *Latest wind energy data for Europe*. <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/latest-wind-energy-data-for-europe-autumn-2024/>

Xu, Z., Das, D. K., Guo, W., & Wei, W. (2021). Does power grid infrastructure stimulate regional economic growth? *Energy Policy*, *155*, 112296. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112296>



Orkestra

INSTITUTO VASCO
DE COMPETITIVIDAD
FUNDACIÓN DEUSTO

www.orquestra.deusto.es