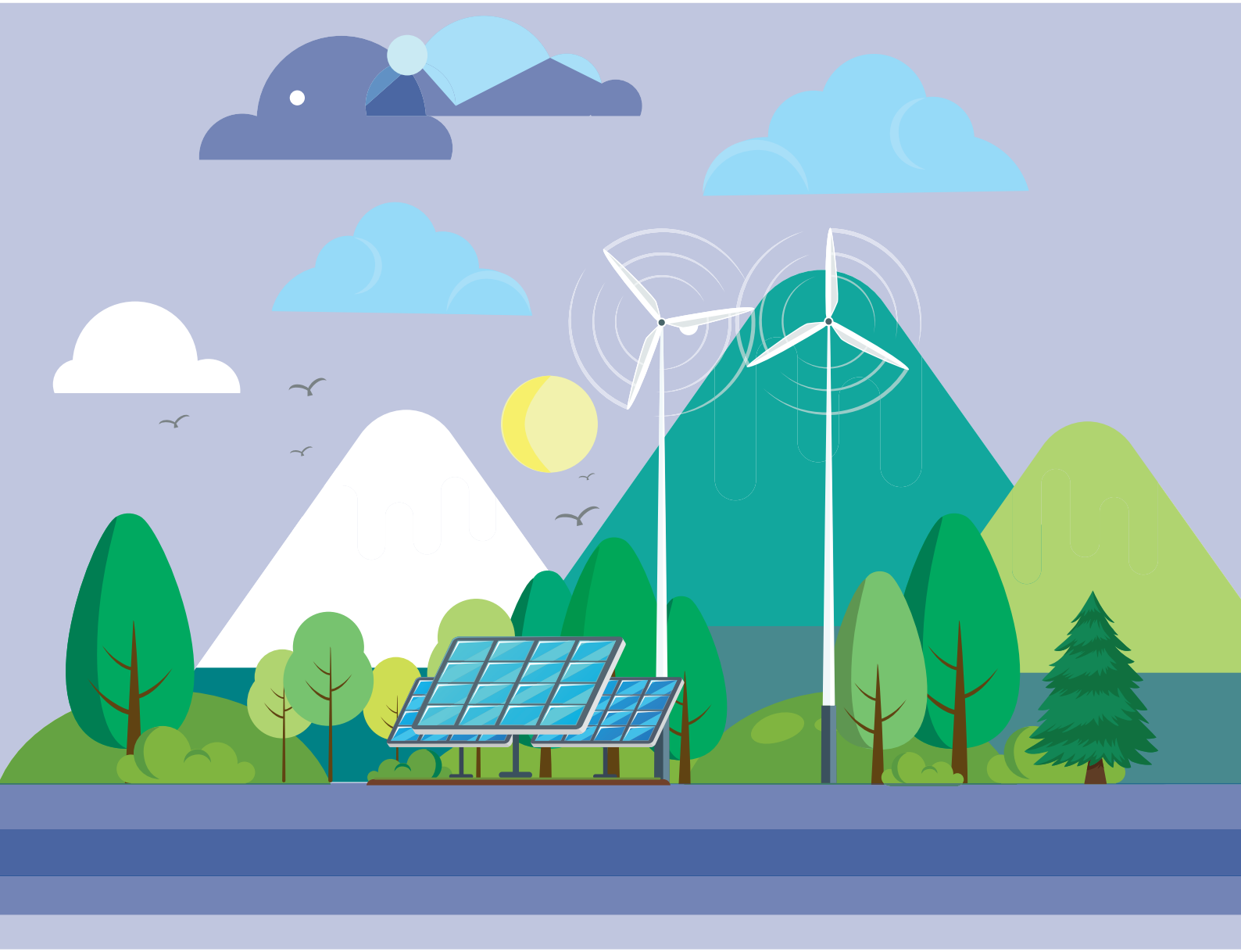
FIAB
FEDERACIÓN ESPAÑOLA
DE INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN
Y BEBIDAS

GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

PREPARACIÓN PARA LA HOJA DE RUTA DE DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS EN ESPAÑA

FASE 1



CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO 3

1. INTRODUCCIÓN 6

1.1 CONTEXTO EUROPEO EN MATERIA DE COMPROMISOS DE DESCARBONIZACIÓN 6
1.2 CONTEXTUALIZACIÓN DEL SECTOR DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS 9
1.3 PAPEL, RETOS Y OPOTUNIDADES DEL SECTOR FRENTE A LOS COMPROMISOS DE DESCARBONIZACIÓN 12
1.4 CONTEXTO Y OBJETIVOS DE ESTE INFORME 12

2. INTENSIDADES ENERGETICAS Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE ALIMENTACION Y BEBIDAS (IAB) 14

2.1 METODOLOGÍA 14
2.2 INTENSIDADES ENERGÉTICAS Y EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO 16
2.3 LIMITACIONES DE DATOS Y RECOMENDACIONES 20

3. PANORÁMICA DE LAS TECNOLOGÍAS DE DESCARBONIZACIÓN Y SU RELEVANCIA PARA EL SECTOR DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS ESPAÑOL 22

3.1 TECNOLOGÍAS DE DESCARBONIZACIÓN RELEVANTES PARA EL IAB 22
3.2 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE TECNOLOGÍAS PARA ESPAÑA 26
3.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34

4. RETOS Y OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR IAB ESPAÑOL 35

4.1 EL IMPACTO DE LA LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS 35
4.1.1 Implicaciones de los cambios políticos 35
4.1.2 Oportunidades asociadas a estos cambios: fondos de la UE para apoyar los esfuerzos de descarbonización 36
4.2 RETOS Y OPORTUNIDADES PARA ABORDAR LA DESCARBONIZACIÓN EN EL SECTOR 39
4.2.1 Principales retos y barreras para la descarbonización del sector 39
4.2.2 Retos asociados con la incertidumbre de precios 41
4.2.3 Oportunidades 42

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 45

6. REFERENCIAS 47

ANEJOS 49

ANEJO 1 INTENSIDADES ENERGÉTICAS Y EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO PARA LOS DISTINTOS SUBSECTORES
ANEJO 2 ANÁLISIS DE IMPACTO DE TECNOLOGÍAS PARA EL SECTOR IAB ESPAÑOL 1

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo se inspira en la hoja de ruta desarrollada por Ricardo Energy & Environment para FoodDrink Europe para el sector IAB europeo, con el fin de dar los primeros pasos hacia la realización de un análisis de diagnóstico más desagregado que permita sentar las bases para la elaboración de una hoja de ruta específica para el sector en España. El estudio se definió con los siguientes objetivos.

1. Realizar un diagnóstico de las intensidades energéticas de los distintos subsectores que conforman el IAB español, incluyendo estimaciones por tipos de fuentes de energía utilizada (i.e. calor o electricidad),
2. Proporcionar una panorámica de las tecnologías de descarbonización que han sido identificadas como relevantes para el sector a nivel europeo, y analizar su potencial e interés para el sector español teniendo en cuenta los resultados obtenidos del primer objetivo.
3. Proporcionar una visión adaptada de los principales retos y oportunidades que se desprenden de los procesos que están teniendo lugar a nivel europeo, y cómo éstos pueden afectar a nivel particular al sector español.
4. Proporcionar una visión de las limitaciones y necesidades de información por parte del sector para poder profundizar más en estos temas y realizar esfuerzos de preparación conjunta.

unos objetivos progresivos de reducción de emisiones. Ese compromisose ha mate

Diagnóstico de las intensidades energéticas y emisiones GEI del sector

La intensidad energética total obtenida para el año 2020 asciende a 38,37 TWh/a, siendo los tres sectores mayoritarios los de piensos (15,11 TWh/a, 39,38%), frutas y verduras (12,03 TWh/a, 31,34%) y aceite (2,68 TWh/a, 7%). Los sectores con intensidades menores son el de azúcar (0,32 TWh/a, un 0,84% del total), panadería (0,34 TWh/a, un 0,89%) y almidón y granos (0,37 TWh/a, 0,91%). Asimismo, se pudo obtener información desagregada para los sectores de lácteos, frutas y verduras, aceite, bebidas y almidón y granos.

La cantidad total de emisiones obtenidas asciende a 9,21 Mt CO2-e/a para 2020. Las emisiones debidas a fines caloríficos se estiman en 5,22 Mt CO2-e/a (un 56,67% del total), mientras que aquellas debidas a fines eléctricos suman 3,89 Mt CO2-e/a (el 42,23% restante). Los sectores con mayores emisiones se corresponden con los que generaban una mayor demanda energética, destacando los piensos (3,70 Mt CO2-e/a, 40.22%), frutas y verduras (2,41 Mt CO2-e/a, 26,17%) y aceite (0,74 Mt CO2-e/a, 8,07%).

Estas estimaciones presentan numerosas limitaciones debido a la falta de datos e interpolaciones de datos europeos, y deben tomarse con fines orientativos y comparativos dentro del sector y con respecto al sector europeo.

Panorámica de tecnologías para el sector español

A nivel general todas las tecnologías presentadas son beneficiosas y bastante adecuadas para la descarbonización de la IAB española. Será cuestión de cada empresa o sector el seleccionar y hacer un balance de cuáles son más adecuadas y viables a nivel de costes e implementación.

Las empresas y sectores con alta intensidad energética necesitan seleccionar una herramienta de toma de decisiones precisa o precisa para priorizar la selección de tecnología. La matriz presentada en este estudio puede ayudar a orientar esta decisión a un nivel más cualitativo. Un ejemplo de herramienta que puede ayudar a hacer selecciones en base a datos de costes más precisos son las curvas de abatimiento. Sin embargo, para éstas es necesaria una mayor cantidad de datos.

Sin embargo, para conseguir un volumen de reducción de emisiones significativo a nivel de toda la industria, es importante abordar los sectores que generan un mayor volumen de emisiones de manera agregada, independientemente de la intensidad individual de las empresas.

Visión de retos y oportunidades para el sector español

Retos	Oportunidades
• Altos costes de capital y operación para algunas medidas de descarbonización. • Necesidad de reacondicionamiento de las plantas existentes. • Incertidumbre en torno a los costes energéticos. • Baja madurez de algunas tecnologías. • Desafíos para PYMEs en el acceso a la información de capital y tecnología, y personal. • La ubicación geográfica puede limitar el acceso a infraestructuras. • Es necesario un desarrollo significativo de la infraestructura para aumentar la accesibilidad a la red, y aún más a una posible red hidrógeno verde	• Menor uso de energía y, por tanto, costes de operación. • Menor coste operativo relacionado con la madurez de la tecnología de energía renovable. • Aprovechar las energías renovables para cubrir la demanda de calor a baja temperatura. • Atracción de mercado concienciado con el medio ambiente: mayores márgenes para productos sostenibles más limpios. Nuevos esquemas de financiación y ayudas para acelerar la descarbonización. • Aprovechar la creciente demanda de recursos de base biológica.

Limitaciones y recomendaciones

Necesidad de datos más precisos a nivel del sector. Realizar este ejercicio y asociar tecnologías a subsectores requerirá de un esfuerzo por parte del sector en recabar y compartir datos más precisos sobre intensidades energéticas específicas y factores de generación de emisiones.
Necesidad de homogenización de datos a nivel nacional y europeo. Este estudio ha detectado la incertidumbre en los datos existentes en el sector español a nivel oficial, y la necesidad de hacer estimaciones más precisas y granulares basados en datos reales de los subsectores. Por otro lado, la poca estandarización de los datos y alineamiento entre la categorización de sectores empleados a nivel europeo y español dificulta avanzar el conocimiento para guiar al sector.

Priorizar los sectores con mayores volúmenes agregados de emisiones. En el caso de España, algunos sectores muy intensivos energéticamente tienen un peso relativo bajo en el total de emisiones del sector dado su volumen de producción, frente a otros sectores como el de piensos, aceite o frutas y verduras que generan un nivel total de emisiones elevado como consecuencia de su alta producción agregada. Esto implica que los esfuerzos son importantes a todos los niveles, incluso en sectores cuyas intensidades energéticas específicas sean más bajas.

Selección estratégica de tecnologías. Se pueden aplicar una serie de medidas de descarbonización manteniendo al mismo tiempo la rentabilidad o el valor añadido. Para establecer su ruta específica hacia el cero neto, las empresas deberán identificar y clasificar las medidas de descarbonización que sean aplicables a su planta. Para ello, la matriz presentada puede orientar sobre las tecnologías que obtienen un ratio más alto de ventajas. Para decisiones más precisas de coste-eficacia, las herramientas (visuales) más comunes son las curvas de reducción.

Reforma y modernización. La mayoría de las intervenciones de descarbonización en Europa estarán relacionadas con la modernización de las plantas existentes. En base a los reportes al BREF, una gran parte de las plantas europeas son antiguas, y es de esperar que esta situación sea similar en el sector español.

Incertidumbre sobre precios y algunas tecnologías prometedoras. Los precios de la energía y el carbono son un insumo importante, ya que influyen en las decisiones de inversión y en la selección de tecnología respectiva. Algunos de los recursos clave (biomasa, acceso al hidrógeno verde) son muy heterogéneos y los precios dependen de la geografía y el uso final (por ejemplo, los impuestos que afectan a la aplicación).

01 INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO EUROPEO EN MATERIA DE COMPROMISOS DE DESCARBONIZACIÓN

Tras el acuerdo climático de París en 2015, la Unión Europea (UE) estableció el compromiso de elaborar una estrategia de desarrollo a largo plazo baja en emisiones de gases de efecto invernadero, así como unos objetivos progresivos de reducción de emisiones. Ese compromiso se ha materializado en una sucesión de hitos hacia la concretización de objetivos y políticas para facilitar esta transición.

En marzo de 2019, el Parlamento Europeo respaldó en su "Resolución sobre el cambio climático" el objetivo de alcanzar cero emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2050, tras la que, en enero de 2020, se aprobó la "Resolución sobre el Pacto Verde Europeo" en enero de 2020. Posteriormente, el 17 de septiembre de 2020 la Comisión Europea propuso un objetivo de reducción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) a escala de la UE de al menos el 55% para 2030 respecto a los niveles de 1990, que situaría a la UE en una senda equilibrada para alcanzar la neutralidad climática a 2050. La propuesta de la Comisión se basa en una evaluación de impacto exhaustiva y confirma que el objetivo de reducción de emisiones es un curso de acción realista y factible. Tras los acontecimientos derivados de la pandemia del Covid-19, el 7 de octubre de 2020 el Parlamento de la UE votó a favor de un objetivo aún más ambicioso, que alcanzara una reducción de GEI del 60% para 2030 con respecto a los niveles de 1990.

Estos compromisos generales tendrán un impacto en el diseño de nuevos instrumentos políticos y la actualización de las políticas existentes. Por ejemplo, el régimen de comercio de derechos de emisión (RCDE) de la UE experimentará cambios significativos y será necesario acelerar el actual factor de reducción lineal para el límite de emisiones del régimen, que asciende a un 2,2% anual. Es muy probable que aumenten los niveles de reducción anual del límite máximo y habrá cambios adicionales que reduzcan aún más la asignación libre. Si se introduce el mecanismo de ajuste en frontera del carbono, esto también puede afectar a la asignación libre. Los cambios específicos se encuentran todavía en proceso de definición y es poco probable que entren en vigor hasta 2025.

A nivel nacional, los Estados miembros de la UE deben desarrollar estrategias nacionales a medio y largo plazo sobre cómo planean lograr las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero necesarias para cumplir sus compromisos en virtud del Acuerdo de París y los objetivos de la UE. El Reglamento sobre la gobernanza de la Unión de la Energía estableció el plazo de principios de 2020 la presentación por parte de los estados miembros de estrategias nacionales a largo plazo con horizonte 2050. Asimismo, cada país debe establecer un plan nacional integrado de energía y clima a 10 años (Planes Nacionales de Energía y Clima (PNIEC) que aborde los objetivos energéticos y climáticos para 2030; y deberá presentar informes de progreso cada dos años. La Comisión, como parte del Reglamento sobre la gobernanza de la Unión de la Energía, supervisará los progresos de la UE en su conjunto hacia la consecución

de estos objetivos. Para desarrollar y aplicar mejor los planes, los estados miembros deben incluir consultas a los ciudadanos, las empresas y las autoridades regionales en el proceso de redacción y finalización.

Los PNIEC deberán revisarse para cada Estado miembro por dos razones. En primer lugar, porque los estados miembros no han sido lo suficientemente ambiciosos en sus reducciones de emisiones nacionales y, por lo tanto, el conjunto general de planes de la UE no cumple los compromisos actuales para 2030 ni para 2050. En segundo lugar, porque se prevé que haya nuevos compromisos adicionales a nivel de la UE que formarán elementos clave del Pacto Verde y que obligarán a nuevas reducciones nacionales.

El Plan Nacional de Energía y Clima de España se presentó ante la Comisión Europea y el Parlamento Europeo en 2019, estableciendo el compromiso de reducir al 55-60% las emisiones para 2030. Los objetivos que propone son los siguientes:

- Incrementar el objetivo previo de reducción de las emisiones totales de GEI en un 23% para 2030 en comparación con 1990
- El objetivo a largo plazo de España es convertirse en un país neutro en carbono reduciendo las emisiones totales de GEI en al menos un 90% para 2050 en comparación con el año de referencia 1990.
- El PNIEC se actualizará en 2023 para ajustarse a los nuevos compromisos de la UE
- En el PNIEC, el sector de la industria (combustión) debería reducir las emisiones en 7 MtCO 2-eq para 2030
- Sin embargo, después de 2030, el cambio será más dramático para la industria si se quiere lograr una reducción del 90%.

Ante estos acontecimientos, las partes interesadas requieren información sobre cómo las políticas de cambio climático afectarán a cada unidad de negocio.

Las empresas industriales necesitan hacer frente a un gran conjunto de partes interesadas, no sólo a los clientes finales, tal como las cadenas de supermercados, etc. La sostenibilidad es un factor clave en estas relaciones con las partes interesadas, incluyendo todas dimensiones englobadas por el concepto "ESG" (Ambiental, Social y de Gobernanza), que se aborda dentro de la responsabilidad social corporativa (RSC).

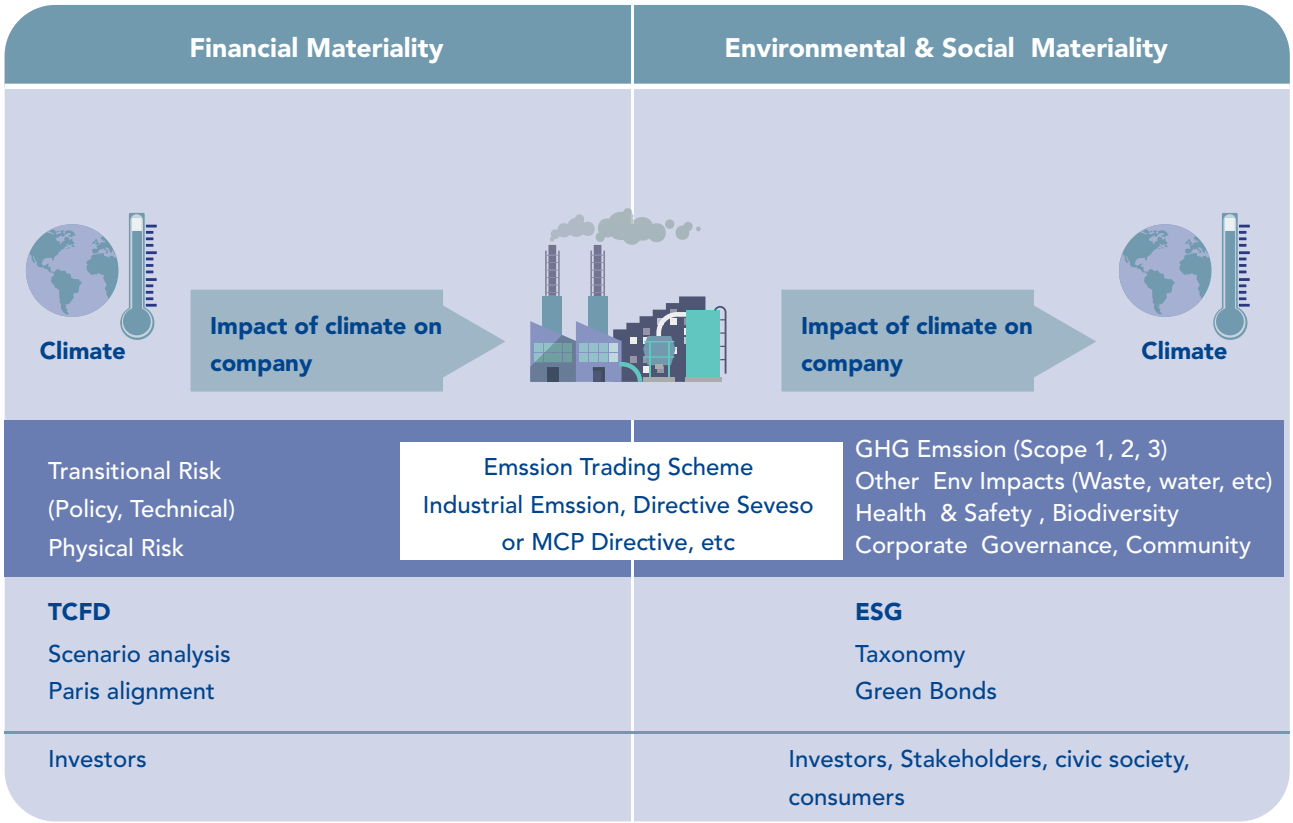
Las instituciones financieras y los inversores están ahora prestando mucha más atención al cambio climático y cómo puede tener un impacto material en un negocio. En particular, existen preocupaciones sobre cómo el cambio climático puede afectar a las empresas industriales, a través tanto de los riesgos físicos como de los "riesgos de transición". Las empresas ahora deben centrarse en cómo se utiliza la información relacionada con el clima y la sostenibilidad en la relación inversor-empresa y cómo las empresas y los inversores pueden integrar la sostenibilidad en las decisiones de valoración, incentivos, estratégicas y de asignación de capital.

Una nueva herramienta de divulgación no financiera que se está volviendo muy popular y obligatoria en muchas regiones y países es la metodología del Grupo de Trabajo sobre Divulgación Financiera Relacionada con el Clima (TCFD). El TCFD fue establecido por el Consejo de Estabilidad Financiera de las naciones del G20 y se anticipa que este proceso probablemente se convertirá en un requisito regulatorio para las empresas que cotizan en bolsa en unos pocos años, aunque las empresas que no cotizan en bolsa ya están utilizando con frecuencia este enfoque. Todas las empresas tendrán que "hablar este nuevo idioma". Un marco sólido de TCFD ayudará a las empresas industriales españolas a identificar, caracterizar y cuantificar los riesgos y oportunidades de un clima cambiante y, lo que es más importante, informará la respuesta para aumentar la resiliencia.

Estas industrias españolas deberán revisar sus operaciones en dos contextos diferentes, como muestra la Figura 1:

- Materialidad financiera: el impacto del cambio climático (por ejemplo, políticas y riesgos climáticos físicos) en sus negocios.
- Materialidad ambiental: el impacto de sus operaciones en el medio ambiente.

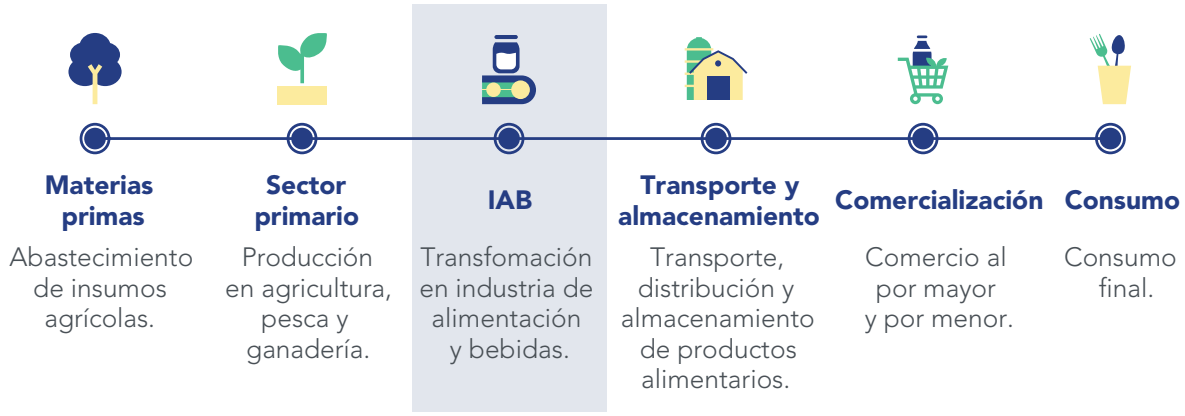
Figura 1 Impactos del cambio climático en los negocios y negocios en el cambio climático



1.2 CONTEXTUALIZACIÓN DEL SECTOR DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS

El sector de la industria de alimentación y bebidas es uno de los ejes del sector agroalimentario, que supone uno de los pilares de la economía española, motor del desarrollo del país y protagonista en el ámbito de las exportaciones. En los últimos meses, asimismo, ha ofrecido importantes señales de su capacidad de adaptación, pues, además de una actividad esencial durante la pandemia del COVID-19 que ha garantizado el abastecimiento de alimentos y bebidas, ha asegurado su propia actividad económica y ha mantenido los empleos que genera. El sector de la industria de transformación de alimentación y bebidas (IAB) supone un 11% de la actividad dentro de la cadena de valor del sector agroalimentario (Figura 2) (PWC & AEPLA).

Figura 2 Cadena de valor del sector agroalimentario



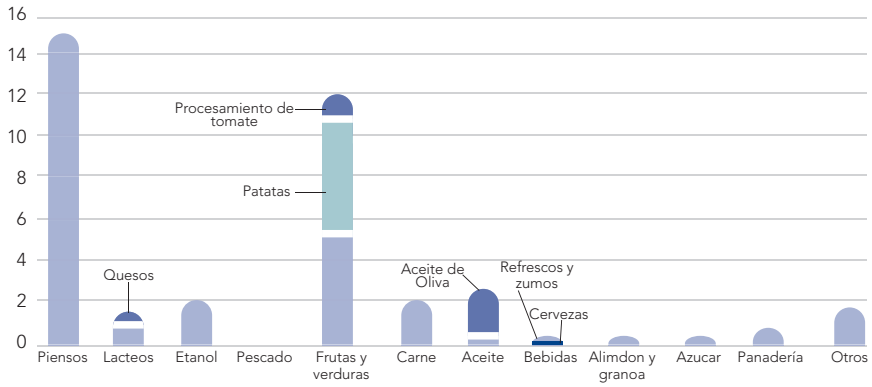
Fuente: Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas (2021) - Memoria de Sostenibilidad

La IAB engloba la transformación de los productos derivados de la agricultura, la silvicultura, la ganadería y la pesca en alimentos, así como la elaboración de otros productos como los piensos para alimentación animal.

Es el primer sector industrial de nuestro país y de acuerdo con los datos recogidos por el Instituto Nacional de Estadística, supuso en 2019 aproximadamente el 2% del PIB total, aportando el 15% de la facturación industrial y un 16,8% del empleo industrial, superando los 436.700 empleos directos en el país. Además, se trata de una industria exportadora, tal y como apunta el Informe Económico Anual 2021 de FIAB (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022), siendo la Unión Europea su principal mercado, con un nuevo impulso de las exportaciones que superaron los 38.202 millones de euros en el ejercicio de 2021.

A pesar de la pandemia del COVID-19, la IAB protagonizó en 2020 un ascenso de sus exportaciones de hasta un 4,7%. Por lo que se refiere a los países donde se centran sus exportaciones, catorce destinos concentran más del 75% de las ventas, entre los que se encuentran Francia, Alemania, Países Bajos e Italia, como se observa en la Figura 3 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022).

Figura 3 Principales destinos de las exportaciones en millones de euros



Fuente: Data Comex. Ministerio de Economía y Competitividad

El último informe anual de la Industria Alimentaria Española (2021) recoge que el número de empresas asciende a 30.573, representando el 15.6% de toda la industria y siendo en su mayoría PYMES (FIAB, 2021). Además, el 96.1% de estas empresas tienen menos de 50 empleados. La Federación de Industrias de Alimentación y Bebidas (FIAB) ha participado en varios proyectos, como son la Ley de Startups y la Consulta Pública, que tienen por misión favorecer el emprendimiento empresarial innovador y el crecimiento de las empresas (FIAB, 2021). Además, es el primer motor de empleo en zonas rurales, pues el 74% de las PYMES se ubican en municipios de menos de 50.000 habitantes.

Con respecto a sus subsectores, la industria panadera encabeza la lista en cuanto a número de empresas, con 11.676 empresas en 2021, frente a las 3.554 pertenecientes a la industria cárnica o las 5.152 del sector bebidas.

En 2020, FIAB desarrollo un Marco Estratégico junto con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (FIAB y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación , 2020), con el fin de contribuir a la mejora y el progreso de la economía y la sociedad española, y al mismo tiempo creando un sector industrial sostenible. La industria tiene los siguientes retos para alcanzar su misión:

- Eficiencia: mejorar la productividad y al mismo tiempo teniendo en cuenta la reducción de emisiones y minimización de los residuos;
- Creación de valor: mediante un modelo de innovación que beneficie tanto al consumidor como al cliente, reforzando los conceptos de calidad, nutrición, seguridad y sostenibilidad;
- Internacionalización: con el objetivo de mejorar la presencia española en el ámbito internacional, por medio de la internacionalización de las empresas, el aumento de las exportaciones y la apertura de nuevos mercados; y
- Dinamización: busca fomentar proyectos conjuntos mediante la cauterización y el establecimiento de empresas más robustas y competitivas.

Figura 4 Marco estratégico de la IAB

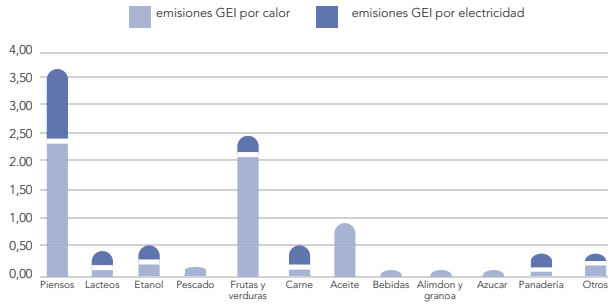
Fuente: FIAB

La IAB es uno de los sectores que más contacto tiene con el capital natural, por ello las empresas se están implicando cada vez más en la evolución social, económica y ambiental. Un gran número de iniciativas van dirigidas a la protección de la biodiversidad, la restauración de los ecosistemas o la lucha contra la despoblación global. Además, en España existe un fuerte compromiso desde las empresas con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Organización de las Naciones Unidas, 2000), y la IAB en particular, contribuye a iniciativas encaminadas a reducir y/o eliminar emisiones de GEI producidos por la agricultura, como por ejemplo '4por1000 (Soils for Food Security and Climate, n.d.)' que tiene por objetivo aumentar el contenido de carbono orgánico de los suelos, de manera que se conviertan en sumideros de carbono, contribuyendo a los objetivos de la Ley Europea del Clima (Comision Europea, 2021).

1.3 PAPEL, RETOS Y OPOTUNIDADES DEL SECTOR FRENTE A LOS COMPROMISOS DE DESCARBONIZACIÓN

De acuerdo a los datos del INE, en 2019 la actividad de la IAB generó un total de 4,03 millones toneladas de CO2e, (como se muestra en la Figura 5), que supone un 1,6 % del total de emisiones de la economía española (INE, 2020). Con respecto a su consumo eléctrico, se ha reportado una mejora de la eficiencia energética del sector del 13,4% entre 2014 y 2019, en mayor medida gracias a la renovación de equipos tecnológicos, la optimización de rutas de transporte y distribución de los productos y la utilización de energías renovables (aunque aún requiriendo el uso de combustibles fósiles en algunas de sus operaciones).

Figura 5 Emisiones históricas de CO2e en el sector agroindustrial



Fuente: INE, 2020

Con relación al uso del agua, la IAB registró un consumo de agua en 2018 de unos 54,6 millones de metros cúbicos, ahorrando hasta un 20% con respecto a los valores de 2014, debido a avances tecnológicos como la depuración y la optimización de algunos de sus procesos de producción.

La industria de alimentación y bebidas juega un papel destacable en esta transición hacia sistemas alimentarios y económicos más sostenibles.

1.4 CONTEXTO Y OBJETIVOS DE ESTE INFORME

En el marco de los compromisos previamente descritos a nivel europeo y nacional para la reducción de emisiones a medio y largo plazo, es importante que el sector IAB realice un ejercicio de diagnóstico y planificación a futuro que le permita adaptarse para su alineación con los requerimientos de reducción de emisiones resultantes. Esto requiere un completo ejercicio que comienza por comprender y documentar la situación actual de emisiones de efecto invernadero, así como sus fuentes y su desglose por sectores, dadas las particularidades y diferencias entre ellos. Esto es un paso imprescindible para identificar las necesidades estratégicas, tecnológicas y no tecnológicas, de cada sector, y realizar una hoja de ruta a largo plazo que les permita planificar este proceso de transición. Esta documentación y análisis, así como los datos que los respalden, no resultan evidentes ni se encuentran fácilmente disponibles a nivel público ni sectorial, mientras que son claves para avanzar en este sentido.

En 2020, Ricardo Energy and Environment realizó un diagnóstico del sector a nivel europeo para la asociación europea de alimentación y bebidas FoodDrink Europe (Ricardo E&E, 2021), con el fin de realizar un mapeo y comprensión de las intensidades energéticas y emisiones

sectoriales, identificar las opciones tecnológicas existentes y proponer una hoja de ruta de descarbonización para el sector que sirviera de guía para planificaciones más específicas. Este trabajo se realizó tomando como referencia el Informe de Referencia de Mejores Prácticas (BREF por sus siglas en inglés) del sector (JRC, 2019), elaborado por iniciativa de la Directiva de Emisiones Industriales, y realizó una consulta detallada a los actores del sector a nivel europeo para recabar datos desglosados a nivel sectorial que permitieran dar una perspectiva de las tendencias retos y particularidades del sector a nivel europeo.

Este trabajo inspiró la iniciativa de realizar una adaptación escalada al sector IAB en España, con el fin de dar los primeros pasos hacia la realización de un análisis de diagnóstico más desagregado que permita sentar las bases para la elaboración de una hoja de ruta específica para el sector en España. Este ejercicio es muy dependiente de la disponibilidad de datos específicos, y por tanto se apoyaría fuertemente en las estimaciones europeas, actualizándolas para el caso español en la medida que los datos y estuvieran disponibles, e identificando dónde un mayor esfuerzo en recopilación de datos por parte del sector sea clave para generar este tipo de estrategias conjuntas con un nivel suficiente de información y robustez, que permita al sector español identificar y abordar sus particularidades.

De esta manera, el estudio de diagnóstico para establecer las bases para una hoja de ruta de descarbonización se definió con los siguientes objetivos.

1. Realizar un diagnóstico de las intensidades energéticas de los distintos subsectores que conforman el IAB español, incluyendo estimaciones por tipos de fuentes de energía utilizada (i.e. calor o electricidad),
2. Proporcionar una panorámica de las tecnologías de descarbonización que han sido identificadas como relevantes para el sector a nivel europeo, y analizar su potencial e interés para el sector español teniendo en cuenta los resultados obtenidos del primer objetivo.
3. Proporcionar una visión adaptada de los principales retos y oportunidades que se desprenden de los procesos que están teniendo lugar a nivel europeo, y cómo éstos pueden afectar a nivel particular al sector español.
4. Proporcionar una visión de las limitaciones y necesidades de información por parte del sector para poder profundizar más en estos temas y realizar esfuerzos de preparación conjunta.

El ámbito del estudio se limita al sector IAB, sin entrar en otros elementos de la cadena de valor del sector, y engloba todos los subsectores considerados dentro del mismo y representados por la FIAB. No obstante, el nivel de desglose viene limitado por la disponibilidad de datos, incluyendo factores procedentes del BREF, que puede limitar la representatividad de sectores minoritarios. No obstante, el estudio pretende proporcionar una línea de base que pueda servir de referencia y que pueda ser desglosada y concretizada en un futuro con una mayor granularidad de datos disponibles.

En base a estos objetivos, el informe presenta a continuación tres secciones que abordarán cada uno de los tres primeros objetivos, dentro de las cuales se dedicará un apartado al cuarto objetivo indicando las limitaciones y posibilidades de mejora en cada caso.

02 INTENSIDADES ENERGETICAS Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE ALIMENTACION Y BEBIDAS (IAB)

2.1 METODOLOGÍA

Como se ha explicado previamente, los objetivos de la Comisión Europea en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son muy ambiciosos. Para cumplir dichas expectativas, es importante seguir una estrategia bien fundada. Numerosos sectores industriales se verán obligados a transformar sus estructuras productivas para adaptarse a la nueva regulación. Para hacerlo de la forma más efectiva posible, las numerosas partes involucradas deben poder contar con datos y estadísticas fiables y robustas sobre el sector. Dos de los indicadores más importantes para desarrollar estrategias de descarbonización son el consumo de energía y el total de emisiones de gases de efecto invernadero, que permitirán diagnosticar el estado del sector y realizar escenarios y proyecciones a futuro de las trayectorias que se quieran seguir.

En este estudio se realiza una aproximación al cálculo de estos indicadores a nivel desagregado para los sectores y subsectores de la IAB española. Dicho cálculo se efectuó mediante la elaboración de un modelo macroeconómico aproximado que replica los cálculos efectuados para el sector europeo en Ricardo E&E (2021), adaptándolos a las estadísticas españolas y la estructura del sector, en base a la información disponible. Ricardo E&E (2021) toma como referencia el desglose de sectores contemplado en el BREF, que los agrupa de manera ligeramente distinta a como aparecen reflejados en las estadísticas del sector en España (INE, 2020). Para el presente estudio, el desglose de subsectores se ha realizado tomando como referencia el empleado por Ricardo E&E (2021), y adaptándolo a partir de las principales publicaciones de FIAB (FIAB, 2021) y las estadísticas del INE (INE, 2020) para asegurar una mejor equivalencia y coherencia entre los datos. Sobre esta base, el consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero a nivel sectorial y subsectorial se calculan haciendo uso primordialmente de los valores de tonelaje anual de producción, así como las intensidades energéticas de cada uno de ellos. Los factores unitarios de intensidad energética se tomaron de Ricardo E&E (2021), que utilizaba valores medios para distintos procesos en base a los datos de intensidad energética reflejados en el BREF. Estos factores cuantifican el consumo energético necesario en cada subsector para producir una tonelada del mismo. Para el cálculo de las emisiones GEI, se aplicaron factores de emisión GEI unitarios por tonelada producida específicos para los distintos sectores y para el tipo de energía consumida (eléctrica o calorífica), en base a las estimaciones medias recogidas en el BREF.

La principal fuente de datos utilizados para construir este modelo es la producción de tonelaje anual de los principales subsectores de la IAB en España presentados por FIAB en sus Informes Económicos anuales (FIAB, 2021b). Asimismo, cuando los datos de tonelaje anual no estuvieran disponibles, como ha sido el caso del sector de piensos y etanol, se completó con fuentes fiables alternativas. Éstas incluyen el tonelaje anual de producción de piensos en España aportados por la Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos para animales (CEFAC, 2022), y la producción de tonelaje total de etanol en España proporcionada

por la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV, 2020). Asimismo, tal como se ha comentado, los factores de intensidades energéticas y emisión de gases de efecto invernadero por tipo de energía a nivel de sector y subsector se tomaron de Ricardo E&E (2021) y el BREF. A continuación, se listan las fuentes citadas a modo resumen:

Además de los datos, el modelo se fundamenta en una serie de suposiciones necesarias para su funcionamiento, que incluyen las siguientes:

- Línea de base temporal: se tomó 2020 como año de referencia, tomando de manera aislada datos de 2019 cuando éstos no estaban disponibles.

La mayor parte de los datos utilizados corresponden a 2020, específicamente aquellos procedentes de FIAB, CESPAC y Ricardo (2021). Se tomó 2020 como año de referencia porque es el utilizado por Ricardo E&E (2021), lo que permite contar con datos de las intensidades energéticas y comparar con las estimaciones a nivel europeo. Por otro lado, datos de la CNMV datan de 2019, ya que no se ha encontrado información disponible o adecuada para 2020.

- Suposición de similitud entre las IAB europea y española (refiriéndose principalmente a intensidades energéticas específicas de cada sector y/o subsector)

En segundo lugar y más importante, la principal suposición usada en este modelo es asumir la similitud entre las IAB europea y española, prestando particular atención a sus métodos y estructuras productivas. Bajo esta suposición, se toman los mismos valores de las intensidades energéticas de los distintos sectores y/o subsectores de la IAB europea para la IAB española. Esta suposición es necesaria al no contar con datos específicos de la industria española. Teniendo en cuenta que la IAB española supone alrededor del 10% de la IAB europea total, el error generado por esta generalización se ve reducido.

- Estructuración de datos y sectores similar a aquella utilizada por FIAB en ausencia de otros datos más específicos

Por último, la agrupación en sectores y subsectores ha sido realizada tratando de emular lo más posible la empleada en los informes de FIAB, con algunos ajustes puntuales. Éstos están relacionados con la reorganización de categorías entre los distintos subsectores. Un ejemplo es la transferencia de la categoría galletas (que supone un 0,44% del total de producción de la IAB) desde el subsector almidón y granos a panadería. Dado que todos los ajustes son de magnitud similar, se puede considerar que la organización sectorial utilizada en su conjunto no presenta cambios significativos respecto a la comúnmente empleada por FIAB.

También cabe destacar que se desarrollaron varios modelos para testear el mejor ajuste posible, entre los que se seleccionó el más robusto. El modelo inicial planteado se basaba en el valor económico de la producción de cada uno de los sectores y/o subsectores de la IAB española en vez del tonelaje de producción, obtenidos como media de los valores de producción aportados por FIAB, el INE y MAPA. El segundo modelo solo adquiría de FIAB los datos para los sectores de la IAB española, y la información a nivel subsectorial era obtenida aplicando la misma distribución porcentual que la IAB europea bajo la suposición de similitud de las dos industrias, con la consecuente dependencia de valores europeos.

El modelo final descrito anteriormente ha sido seleccionado por ser el más completo y congregar las siguientes características:

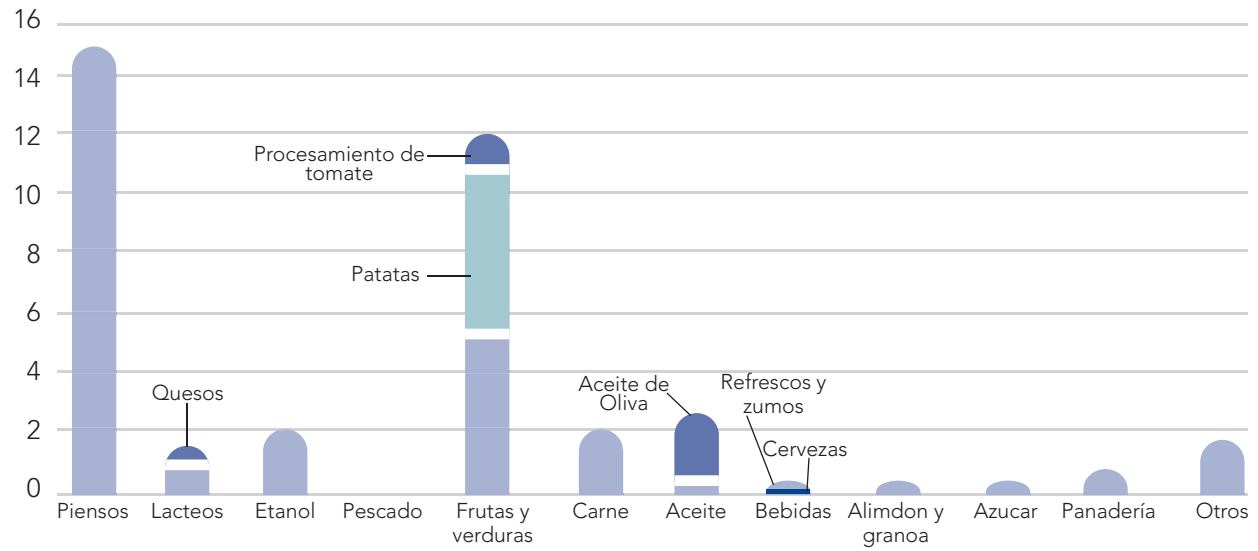
- Mejor nivel de detalle en la información y datos posible.
- Nivel muy alto de estandarización y alineamiento con la forma de categorización de los datos de la industria según FIAB, así como un alto nivel de desagregación en los datos.
- Minimización de la dependencia en suposiciones (mayoritariamente la de similitud entre las IAB europea y española).
- Mayor adecuación para la IAB española.

2.2 INTENSIDADES ENERGÉTICAS Y EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO

Como se ha explicado previamente, presentar el consumo energético total de la IAB española, así como las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por ésta, a las partes involucradas es esencial para cumplir los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de la Comisión Europea. En esta sección se presentan los resultados de forma clara y visual, con el fin de facilitar su comprensión.

Los resultados del cálculo de intensidades energética por sectores se presentan en la Figura 6.

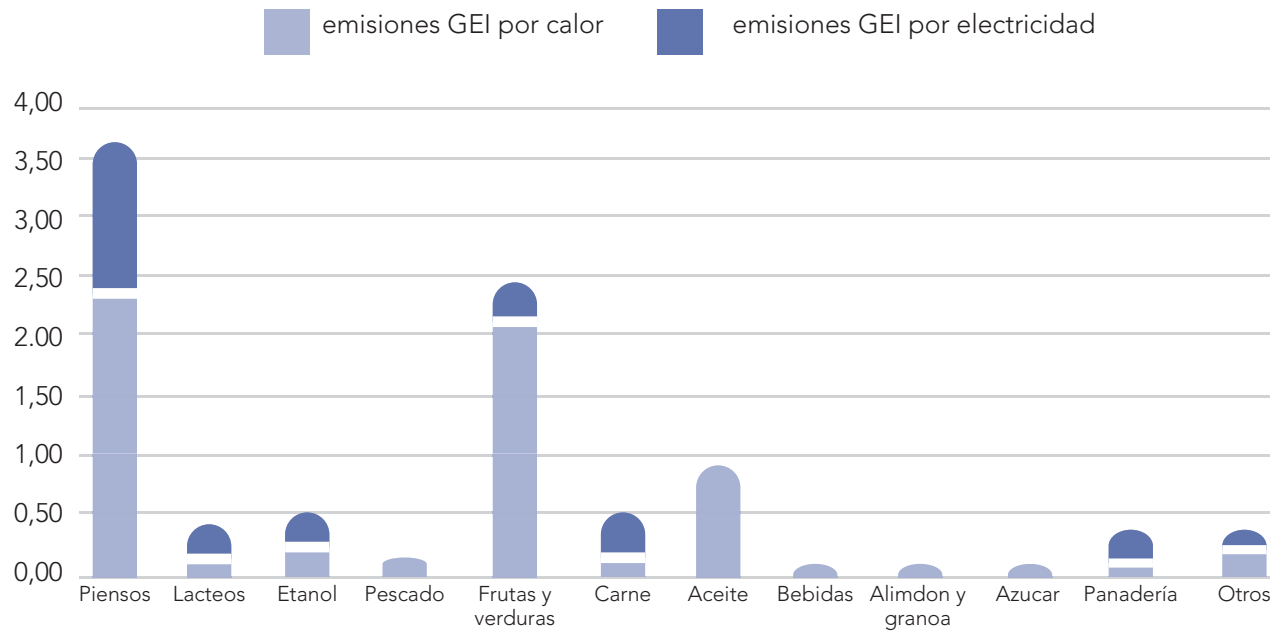
Figura 6 Consumo energético por sectores y subsectores (TWh/a o millones de MWh/a)



El consumo total obtenido para el año 2020 asciende a 38,37 TWh/a, siendo los tres sectores mayoritarios los de piensos (15,11 TWh/a, 39,38%), frutas y verduras (12,03 TWh/a, 31,34%) y aceite (2,68 TWh/a, 7%). Los sectores con intensidades menores son el de azúcar (0,32 TWh/a, un 0,84% del total), panadería (0,34 TWh/a, un 0,89%) y almidón y granos (0,37 TWh/a, 0,91%). Asimismo, el gráfico muestra información desagregada de algunos subproductos para los sectores de lácteos, frutas y verduras, aceite, bebidas y almidón y granos, en base a la información disponible.

La Figura 7 representa el total de emisiones de gases de efecto invernadero estimado para cada uno de los sectores y subsectores, así como el desglose por tipo de energía utilizada (eléctrica o calorífica). La cantidad total de emisiones obtenidas asciende a 9,21 Mt CO2-e/a para 2020. Las emisiones debidas a fines caloríficos se estiman en 5,22 Mt CO2-e/a (un 56,67% del total), mientras que aquellas debidas a fines eléctricos suman 3,89 Mt CO2-e/a (el 42,23% restante). Los sectores con mayores emisiones se corresponden con los que generaban una mayor demanda energética, destacando los piensos (3,70 Mt CO2-e/a, 40.22%), frutas y verduras (2,41 Mt CO2-e/a, 26,17%) y aceite (0,74 Mt CO2-e/a, 8,07%). Las menores emisiones se registran en los sectores del azúcar (0,07 Mt CO2-e/a, 0,81%), almidón y grano (0,09 Mt CO2-e/a, 0,97%) y bebidas (0,1 Mt CO2-e/a, 1,07%). Estos valores son consistentes con los pesos relativos y magnitudes de producción dentro del total de sectores. A nivel de desglose por tipo de energía, los sectores que registran un mayor porcentaje de sus emisiones debido a fines caloríficos son azúcar (96,37%), frutas y verduras (86,53%) y etanol (65,74%), mientras que los que produjeron un mayor porcentaje de sus emisiones debido a fines eléctricos son bebidas (75,97%), pescado (73,96%), carne (73,96%) y aceite (72,61%).

Figura 7 Emisiones de gases de efecto invernadero (Mt CO2-e/año)



Para poner en perspectiva estos resultados, la Tabla 1 presenta de forma detallada los datos de partida y resultados obtenidos para los distintos parámetros a nivel de subsector para España, así como los datos iniciales de referencia calculados por Ricardo E&E (2021). Para mayor detalle, puede consultarse el anejo 1 donde se presentan los resultados a nivel de subsector, incluyendo un desglose en algunos subprocesos que presentan intensidades energéticas específicas.

La comparativa muestra que el modelo para España proporciona resultados coherentes con los datos a nivel europeo, en base a algunos indicadores clave. Un ejemplo es la coincidencia del sector de producción de piensos como el más intensivo en energía y generación de GEI tanto en la IAB española como en la europea. Otro ejemplo es el papel marginal en términos de consumo energético y generación de emisiones que juegan el sector del pescado y la carne a ambas escalas. Sin embargo, en este modelo también se pueden apreciar algunas peculiaridades características de la IAB española, las cuales están acorde con datos públicos o la percepción general de la población sobre el tema. Esto se refleja en el menor peso de los sectores de etanol, lácteos o almidón y grano, así como la producción de aceite de girasol o de soja a nivel español respecto a los datos europeos. En cambio, los sectores frutas y verduras, pescado y carne, y aceite de oliva tienen un mayor peso porcentual en la IAB española que su homóloga europea. Por último, los datos españoles y europeos tienen algunas discrepancias. Éstas principalmente son la gran diferencia en los porcentajes respecto del total de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero de los sectores almidón y grano y otros entre los datos españoles y europeos. Sin embargo, esto se debe a diferencias en la organización y clasificación sectorial y subsectorial en ambos casos, y sus implicaciones en la precisión de este modelo son explicadas próximamente en la sección de limitaciones y recomendaciones.

Tabla 1 Comparativa de intensidades energéticas y emisiones de efecto invernadero obtenidas para España y Europa

	España									Europa								
	Mt/a Sector	Mt/a Sector %	Mt/a Sector %	Energía total 106 MWh/a	Energía total 106 MWh/a %	Emisiones CO2 generadas Mt CO2e /a	Emisiones CO2 generadas %	Emisiones procedentes de electricidad Mt CO2e/a	Emisiones procedentes de calor Mt CO2e/a	Mt/a Sector	Mt/a Sector %	Factor intensidad energética MWh/t	Energía total 106 MWh/a	Energía total 106 MWh/a %	Emisiones CO2 generadas Mt CO2e /a	Emisiones CO2 generadas %	Emisiones procedentes de electricidad Mt CO2e/a	Emisiones procedentes de calor Mt CO2e/a
Piensos	26.51	49.69	49.69	15.11	39.38	3.70	40.21	1.27	2.43	153.00	25.16	0.57	87.20	22.94	21.40	22.86	7.30	14.00
Lácteos	5.75	10.77	10.77	1.26	3.29	0.32	3.48	0.15	0.17	158.00	25.98	0.22	33.40	8.78	8.30	8.87	3.40	4.80
Etanol	0.41	0.76	0.76	2.11	5.50	0.52	5.62	0.18	0.34	5.00	0.82	5.20	26.00	6.84	6.40	6.84	2.20	4.20
Pescado	1.02	1.91	1.91	0.41	1.06	0.11	1.17	0.08	0.03	4.50	0.74	0.40	1.80	0.47	0.50	0.53	0.40	0.10
Frutas	7.00	13.11	13.11	12.03	31.35	2.41	26.18	0.29	2.12	27.50	4.52	1.25	34.30	9.02	8.20	8.76	1.80	6.40
Carne	2.08	3.91	3.91	1.98	5.16	0.52	5.70	0.39	0.14	12.50	2.06	0.95	11.90	3.13	3.10	3.31	2.30	0.80
Aceite	0.59	1.11	1.11	2.68	6.98	0.74	8.04	0.72	0.02	65.20	10.72	0.71	46.60	12.26	11.30	12.07	3.20	8.10
Bebidas	6.51	12.20	12.20	0.38	0.99	0.10	1.09	0.06	0.04	75.00	12.33	0.14	10.50	2.76	2.60	2.78	1.30	1.30
Almidón y granos	0.63	1.19	1.19	0.35	0.91	0.09	0.98	0.05	0.06	51.00	8.39	0.88	44.60	11.73	11.70	12.50	8.20	3.50
Azúcar	0.15	0.29	0.29	0.32	0.84	0.07	0.81	0.00	0.07	16.40	2.70	2.10	34.40	9.05	8.00	8.55	0.30	7.70
Panadería	1.58	2.96	2.96	0.34	0.89	0.28	3.02	0.17	0.11		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros	1.13	2.12	2.12	1.40	3.65	0.34	3.72	0.12	0.23	40.00	6.58	1.24	49.50	13.02	12.10	12.93	4.20	8.00
	53.36	100.00	100.00	38.37	100.00	9.21	100.00	3.89	5.22	608.10	100.00		380.20	100.00	93.60	100.00	34.40	59.20

2.3 LIMITACIONES DE DATOS Y RECOMENDACIONES

Finalmente, con el fin de validar este modelo y evaluar su adecuación y corrección de los datos generados, es importante resaltar sus limitaciones. También, se recomendaciones para la interpretación de los datos presentados y de cara a la realización de futuros modelos y estudios.

En primer lugar, cabe destacar las limitaciones derivadas de la selección de 2020 como año de referencia. Teniendo en cuenta la pandemia mundial de COVID-19, los datos estadísticos sobre 2020 son parcialmente anómalos debido a la fuerte, rápida y momentánea contracción económica sufrida en este periodo. Como resultado, los datos totales obtenidos pueden tener desviaciones respecto a la tendencia media del sector. No obstante, tal como se ha explicado, la selección de este año vino impuesta por la disponibilidad de datos y la mayor calidad de los mismos.

La segunda limitación es la incertidumbre para validar con exactitud la precisión de los cálculos de las emisiones de gases de efecto invernadero de la IAB española con la situación real. Los resultados de este modelo estiman las emisiones de gases de efecto invernadero de la IAB española en 2020 en 9,21 Mt CO2-e/a.

Si se comparan estos resultados con las estadísticas del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INE, 2020), se produce una discrepancia con la cifra total aportada de 4,6 Mt CO2-e/a en 2020. Esta diferencia podría ser debida a las suposiciones y extrapolaciones datos realizadas, que pueden dar lugar a un margen de error acumulado importante. Sin embargo, se ha detectado que las emisiones de gases de efecto invernadero de la IAB española son recogidos, acorde con la clasificación y nomenclatura del IPCC, en las categorías 1A2e y 2H2e. El inventario reporta unas emisiones totales de 4,6 Mt CO2-e/a para la categoría 1A2e, pero no proporciona datos para la categoría 2H2e. Esta falta de datos genera una incertidumbre sobre la compleción de las cuentas de emisiones relativas al sector reflejadas en las estadísticas, y si dicha brecha puede explicar la discrepancia entre los resultados, o al menos parte de ella.

Un método alternativo de validación explorado, si bien también subjetivo, es hacer un testeo de magnitudes con lo reportado por otros países. Según los datos recogidos en el BREF, el porcentaje total de toneladas de producción, numero de instalaciones de la IAB y emisiones de GEI (todos a nivel porcentual), tiende a alinearse para cada estado miembro (con desviaciones alrededor del 1%). En el caso del Reino Unido, por ejemplo, se ha documentado que el país alberga un 10% del total de las empresas de la IAB europea, y las emisiones totales registradas ascienden al 10% del total de la industria europea (Ricardo E&E, 2021; JRC, 2019). Si se aplica esto al ámbito español, la IAB española representa un 9,44% del número total de empresas de la IAB europea (JRC, 2019) y un 8,81% del tonelaje de producción total (FIAB, 2021) (Ricardo E&E, 2021). El valor de emisiones GEI obtenido para la IAB española por nuestro modelo representa un 9,84% del total de emisiones de gases de efecto invernadero del total europeo estimado por Ricardo E&E (2021), lo que implica que el dato obtenido está en proporción en base a los datos de porcentaje de número de empresas, tonelaje de producción y emisiones de gases de efecto invernadero.

Estos hallazgos ponen de manifiesto la incertidumbre en los datos existentes en el sector español a nivel oficial, y la necesidad de revisar los estudios y hacer estimaciones más precisas y granulares basados en datos empíricos o reales de los subsectores.

Por último, la tercera limitación de este modelo se debe a la poca estandarización de los datos y alineamiento entre la categorización de sectores empleados a nivel europeo y español, así como el bajo nivel de desagregación de los datos en ambos casos. Esto genera riesgo de errores en el modelo debidos a series de datos no correlativas e incertidumbres en la desagregación a nivel de subsector. Por ejemplo, mientras que las estadísticas españolas reportan panadería como un sector independiente, sus homólogos europeos proporcionan muy poca información desagregada sobre éste y lo introducen en el sector otros. Por el contrario, mientras que los datos europeos muestran información muy detallada sobre el sector almidón y grano, a nivel español se tiende a presentar los datos a nivel más genérico.

Debido a esto, hay una **necesidad clara de crear e implementar patrones de categorización comunes con el fin de ayudar en el proceso de realizar comparaciones y evaluar procesos para futuros estudios, pudiendo proporcionar así datos más refinados y precisos**.

En conclusión, se recomienda cautela a la hora de interpretar los resultados presentados. En términos generales, los resultados cuantitativos de este modelo se considera que tienen alta incertidumbre y no se recomienda su uso para estudios cuantitativos o estadísticas. Sin embargo, se invita a su uso de forma cualitativa o de referencia, siendo especialmente útiles para realizar comparaciones entre las IAB europea y española, así como entre los distintos sectores y subsectores. **También permite identificar algunos de los sectores que cuentan con información públicamente disponible con alto nivel de desagregación, como el de los lácteos, el aceite de oliva o el pescado. Se recomienda al resto de sectores compartir o dar una mayor visibilidad a datos desagregados del mismo tipo para favorecer que su representación en los estudios sea más precisa y ajustada**.

03 PANORÁMICA DE LAS TECNOLOGÍAS DE DESCARBONIZACIÓN Y SU RELEVANCIA PARA EL SECTOR DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS ESPAÑOL

3.1 TECNOLOGÍAS DE DESCARBONIZACIÓN RELEVANTES PARA EL IAB

En esta sección se proporciona una panorámica de las medidas de descarbonización identificadas para el sector IAB europeo en Ricardo E&E (2021). Éste realizó una identificación mediante la revisión de las mejores prácticas del sector y el desarrollo tecnológico previsto. Para la selección tuvo en cuenta la madurez de las medidas, que se evaluaron utilizando el descriptor Technology Readiness Level (TRL). Se revisaron tecnologías con niveles de madurez de 7, 8 y 9 por su capacidad de descarbonización. TRL Nivel 7 indica prototipos que se han utilizado en un entorno operativo, TRL 8 – tecnología que se ha demostrado que funciona en condiciones típicas y la operación de los sistemas TRL 9 se prueba a través de operaciones de misión.

La lista de medidas contemplaba la aplicabilidad en el sector de alimentos y bebidas, revisando las barreras, los inconvenientes y las tecnologías adicionales necesarias para una implementación exitosa. Dado que las PYMEs comprenden más del 90% del sector, también se consideró la relevancia para este mercado.

El procesamiento de alimentos y bebidas generalmente tiene una alta demanda de calefacción y refrigeración y está en posición de implementar una amplia gama de medidas de descarbonización. La mayoría de las intervenciones examinadas son pertinentes para todos los sectores de producción de alimentos y bebidas, pero también se han examinado algunas medidas con relevancia específica para ciertos subsectores.
A continuación, se presentan y describen algunas de las principales tecnologías, divididas en categorías en función del proceso sobre el que actúan. Para mayor detalle, las tablas 2 y 3 presentan el conjunto de tecnologías seleccionadas por Ricardo E&E (2021), que son descritas individualmente en mayor detalle en el anejo 2.

3.1.1.1 Medidas de gestión de la energía

La primera categoría de intervenciones de gestión de la energía incluye medidas de gestión y optimización de procesos. Las acciones suelen ser de bajo coste, disponibles para todos los subsectores y resultan en un menor uso de energía en el sitio. Estas medidas son un punto de partida para otras intervenciones. Algunas de las medidas, aunque de bajo coste, requerirán el compromiso del personal y deberán repetirse de forma regular o continua.

Las medidas de gestión de la energía se centran en la optimización de los procesos y la reducción de la intensidad energética y todavía hay capacidad para implementarlas en todo el sector. Se pueden utilizar las siguientes técnicas para lograr la reducción de energía:

- Sistemas de gestión de la energía; sistemas de apoyo a la toma de decisiones, como los planes energéticos (véase la sección 2.3.2.1.8 del BREF (JRC, 2019)).
- Controles; uso de controles y sensores adaptativos para la medición de parámetros centrales.
- Mantenimiento a través de auditorías energéticas periódicas y seguimiento de la energía (utilizando indicadores clave de rendimiento y evaluación comparativa).
- Otras medidas de gestión como entrenamiento entre otras.

El mantenimiento regular de los activos de fabricación es clave para evitar una reducción en la eficiencia energética debido, por ejemplo, a una menor eficiencia de compresión, fugas de aire y variabilidad de presión.

3.1.1.2 Descarbonización de las unidades de combustión y electrificación del calor

Existen soluciones maduras y novedosas para descarbonizar las unidades de combustión y se puede ver un cambio gradual hacia la generación renovable en todos los subsectores. Algunas de las tecnologías más relevantes incluyen CHP, ciclo combinado, bomba de calor para la generación de agua caliente (higiene, calentamiento, seguimiento de agua, limpieza, etc), sustitución/ nueva unidad con superior eficiencia energética, combustibles bio (biogás, como por ejemplo de AD), nuevas características de digestión anaeróbica para la generación de biogás a partir de aguas residuales, combustibles bio (biomasa), residuos como combustibles, captura y almacenamiento de CO2 (aunque su viabilidad para el sector se discute más adelante), gasificación/ pirólisis de residuos sólidos, combustibles más limpios (H2), combustibles más limpios (Amonio), solar de concentración para generación de electricidad y calor (CSH, CSP) y otras fuentes renovables de calor. Mientras que aquellas centradas en la electrificación del calor son tales que secadoras industriales con bombas de calor y tecnologías de pasteurización no térmica para pasteurización o esterilización por ultrasonido, UV o luz de pulsada.

Existe un excelente potencial de descarbonización en el cambio de combustibles fósiles a energía renovable. La Agencia Internacional de Energía Renovable proyecta que el 60% de la demanda de calor existente puede ser proporcionada por energía renovable, especialmente la que requiere temperaturas bajas a medias. El potencial más significativo para integrar la energía renovable se ve en la energía de biomasa, la calefacción solar térmica y las bombas de calor geotérmicas. Las bombas de calor (que utilizan electricidad de fuentes renovables) se pueden utilizar para aumentar la eficiencia de secado de los secadores de aire convencionales y funcionan como deshumidificadores.

El uso de bioenergía o biomaquinarias para generar calor, incluidas las opciones que suministran electricidad, es una tecnología madura reconocida por el sector de alimentos y bebidas. En ciertos subsectores, como los lácteos, el cambio al biogás obtenido de la digestión anaeróbica puede traer una reducción significativa de las emisiones.

El cambio de la combustión a la calefacción eléctrica también puede proporcionar reducciones sustanciales, pero la descarbonización depende de la combinación de energía en la red en la ubicación dada.

El hidrógeno bajo en carbono también se puede utilizar como combustible alternativo, pero lograr un verdadero potencial de reducción de emisiones dependerá de la innovación, tanto en la producción de hidrógeno como en la infraestructura.

La captura y almacenamiento de carbono (CAC) ha sido revisada, pero debido a su alto coste no se considera aplicable al sector de alimentos y bebidas, en particular al segmento de las PYMEs.

Las tecnologías geotérmicas, incluido el uso de bombas de calor de fuente terrestre (hasta 50 °C), la energía geotérmica directa (hasta 100 °C) y los sistemas geotérmicos profundos y mejorados (hasta 190 °C) se han incluido en este grupo de medidas. Sin embargo, se ha reconocido que las tecnologías que producen temperaturas más altas en particular, solo están disponibles en ciertas geolocalizaciones y pueden requerir una inversión significativa, incluso en la etapa de viabilidad del proyecto.

Los sistemas solares representan una contribución significativa a la generación renovable, tanto en forma de energía solar fotovoltaica como de calor solar (sistemas solares concentrados e instalaciones de calor solar no concentrado). Las opciones de calor solar no concentrado se pueden utilizar para precalentar el agua en aplicaciones pequeñas y pueden ser una opción renovable asequible para la industria. Las tecnologías solares concentradas utilizan espejos y lentes para enfocar una gran área de luz solar en un receptor que a su vez se puede convertir en calor (energía solar térmica) o se puede generar electricidad utilizando un motor térmico conectado a un generador de energía eléctrica.

3.1.1.3 Reducción de la demanda de calor

El calor de proceso puede representar el 60-70% de las necesidades energéticas totales en el sector de alimentos y bebidas, y algunos procesos (por ejemplo, la cocción) experimentan una pérdida de calor significativa. Algunos equipos de panadería y procesamiento pierden más de la mitad de su energía en la atmósfera. Esto se asocia con dificultades para personalizar el control del funcionamiento de algunos de estos hornos. Por lo tanto, la reducción de la demanda de calor muestra un gran potencial de descarbonización del sector. Algunos ejemplos de tecnologías aplicables a todos los sectores son la recuperación del calor, identificación de opciones de recuperación del calor, aislamiento, sustitución o nueva unidad de cocción (más eficiente), optimización de sistemas de distribución del vapor, recompresión mecánica del vapor (MVR), separación con membrana (en vez de con calor), entre otras. La Tabla 2 recoge una lista completa de tecnologías relevantes.

La evaporación y la pasteurización, que funcionan a temperaturas más bajas, pueden beneficiarse de la recuperación de calor de otros procesos. Ejemplos de procesos que pueden aplicar recuperación de calor o vapor son la cocción y la prueba de pan, los túneles de cocción al vapor, la esterilización y el secado.

La recuperación de calor y la producción de vapor, electricidad y calor en el sitio, utilizando generación distribuida, cogeneración o cogeneración de calor y energía (CHP), también pueden reducir la demanda general de calor y se han incluido en esta revisión.

3.1.1.4 Descarbonización de la refrigeración

La descarbonización de la energía para la refrigeración es un reto específico para el sector de la alimentación y las bebidas. Las misiones generadas a partir del suministro de energía de refrigeración son significativamente más altas en el sector de alimentos y bebidas que en cualquier otro sector industrial.

La refrigeración energéticamente eficiente puede lograr ahorros sustanciales de energía e incluye tecnologías avanzadas de refrigeración y aislamiento avanzado en equipos y tuberías. Ejemplos de medidas en este campo son refrigeración con fuentes renovables (energía), evitar enfriadoras para la refrigeración, recuperación del calor durante la refrigeración, sustitución o nueva unidad más eficiente, eficiencia operacional y reducción de tiempos de refrigeración, temperaturas más altas, refrigeración alternativa (por ejemplo, magnética).

Algunas medidas como la instalación de controles de bomba, el funcionamiento a temperaturas más altas y el ajuste de las temperaturas operativas, pueden reducir la demanda de refrigeración hasta en un 10-30% y se pueden aplicar ampliamente en todos los subsectores. El uso de refrigerantes mixtos puede reducir aún más la demanda de energía para la refrigeración.

Debe tenerse en cuenta que en este estudio nos hemos centrado en las tecnologías para reducir las emisiones de CO2. Sin embargo, otras prácticas relevantes para reducir otro tipo de gases emitidos por la refrigeración, como los CFCs/HFCs, pueden ser la detección de fugas, reemplazo de estos gases por otros menos contaminantes, etc.

3.1.1.5 Potencia de proceso (no utilizada para calefacción o refrigeración)

La eficiencia energética mejorada de la potencia de procesamiento es un medio crucial para lograr el cero neto. Las tecnologías de eficiencia energética son a menudo específicas del subsector e incluyen la intervención en todos los aspectos de la potencia de proceso. Debido a la variabilidad, este informe se centra en las medidas con el mayor potencial de reducción de emisiones. Algunos ejemplos de medidas en esta categoría son fuentes renovables, uso de motores de alta eficiencia, convertidores de frecuencia para los motores y unidades de velocidad variable.

3.1.1.6 Medidas específicas para el sector de alimentación y bebidas

Debido a la naturaleza compleja del sector de alimentos y bebidas, existen una serie de medidas adicionales con aplicación específica.

Un ejemplo de medida específica de un subsector es el uso de homogeneizadores energéticamente eficientes. La presión de trabajo del homogeneizador se reduce a través de un diseño optimizado y, por lo tanto, también se reduce la potencia eléctrica asociada necesaria para impulsar el sistema.

El prensado y la deshidratación de los productos antes del secado es otro ejemplo de medidas aplicables a subsectores específicos como el almidón, el etanol y el azúcar. La energía solar también se puede utilizar para el pretratamiento de la pulpa de remolacha azucarera. La deshidratación mecánica y el presecado pueden resultar en una reducción significativa de la demanda de calor.

La pasteurización no térmica, utilizando luz ultravioleta, luz pulsada o ultrasonido (o una combinación de los mismos) también resulta en una reducción significativa de la demanda de calor. La pasteurización en frío mediante filtros de membrana microporosa también se puede utilizar para retener la mayoría de las bacterias y levaduras. Estas acciones son especialmente ventajosas para productos sensibles al calor como la cerveza, el vino (especialmente el vino espumoso) y los zumos de frutas sin pulpa.

Algunas consideraciones importantes relativas a estas tecnologías incluyen las siguientes:

En primer lugar, existe el riesgo de no cumplir con la calidad requerida del producto cuando se utilizan procesos de producción alternativos con menores emisiones de GEI. Por ejemplo, esto puede suceder con técnicas alternativas de pasteurización (por ejemplo, basadas en presiones ultra altas) que pueden garantizar la pasteurización, pero también podrían ofrecer un sabor diferente a lo que el cliente espera. Esto se puede resolver con proyectos de demostración (a escala piloto o semitrabajo). Los operadores deberán identificar referencias para tecnologías probadas a escala comercial y asegurarse de que los datos de referencia no provienen de plantas piloto (o TRL más bajas).

En segundo lugar, el precio del CO2 es una externalidad con un alto impacto en la toma de decisiones para las medidas de descarbonización térmica (por ejemplo, la velocidad de cambio de combustible). En muchos casos, esto impulsará las medidas de descarbonización de la unidad de combustión. Las empresas cubiertas por el RCDE UE (es decir, las unidades de combustión > 20 MWth) deberán estimar su coste de las emisiones de GEI como insumo para la toma de decisiones de inversión.

3.2 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE TECNOLOGÍAS PARA ESPAÑA

Dentro de este abanico de tecnologías, hay algunas que pueden ser más adecuadas para determinados subsectores, o resultar más ventajosas por su relación coste/eficacia. En esta sección se realiza una evaluación de las tecnologías seleccionadas para el sector IAB a nivel europeo, en base a una serie de criterios que pueden ayudar a las empresas del sector a realizar una primera identificación de posibles opciones de interés para su caso. Estas tecnologías se han tomado inicialmente del BREFs y se han valorado siguiendo la metodología de Ricardo E&E (2021).

Las tecnologías se han evaluado usando diversos parámetros que permiten valorar su adecuación y potencial para la aplicación, considerando aspectos económicos, eficiencia y madurez. Estos parámetros son los siguientes:

- Capex / Opex basado en opiniones de expertos
- En primer lugar, el parámetro de Capex / Opex basado en las opiniones de expertos especifica si cada tecnología tendrá un coste de implementación relacionado con un incremento de costes operativos o por el contrario si se necesitara realizar una inversión de capital. Asimismo, cada tecnología tendrá una puntuación en este ámbito atendiendo a los siguientes parámetros:
    - Bajo (B): Capex: <50.000 EUR; Opex: <5.000 EUR/año
    - Medio (M): Capex: 50.000 – 200,000 EUR; Opex: 5.000 – 30.000 EUR/año
    - Alto (A): Capex: >200.000 EUR; Opex: >30.000 EUR/año

- PYMEs

Se especifica si cada tecnología es aplicable en PYMEs teniendo en cuenta sus estructuras productivas y limitaciones concretas.

- TRL

En tercer lugar, se evalúa el TRL (Technology Readiness Level) de cada una de estas técnicas. Esto se aplica mediante una escala de 1 "Idea" a 9 "Comercialmente lista", en la que cada tecnología toma un valor de entre los anteriormente nombrados haciendo referencia a su nivel de madurez. Además, se especifica que tecnologías han sido incluidas en el BREF como BAT (Best Available Technologies) usando el acrónimo BAT posterior al nivel de TRL en los casos aplicables.

- Potencial de abatimiento de emisiones de gases de efecto invernadero

El potencial de reducción de emisiones como su nombre indica, asigna una puntuación a las tecnologías atendiendo a el nivel de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en porcentaje de las emisiones actuales. Estos son:

- Bajo (B): <5% de reducción de emisiones de GEI
- Medio (M): 5-10% de reducción de emisiones de GEI
- Alto (A): <10% de reducción de emisiones de GEI

- Ratio de sostenibilidad

La puntuación de sostenibilidad presentada toma un valor en una escala de 0 a 6 y permite visualizar de forma sencilla aquellas tecnologías que están más listas y tiene un potencial de reducción de emisiones mayor, comparándolas entre ellas. Esta puntuación engloba los parámetros anteriores de Capex / Opex, TRL y potencial de reducción de emisiones con el fin de proporcionar un indicativo estandarizado y simple de toda tecnología. Cada uno de estos parámetros recibirá una puntuación de 0 a 2 mediante la cual se construye la puntuación global sobre 6. Para Capex / Opex, la puntuación es dada como 0 si es Alto, 1 si es Medio y 2 si es Bajo. Para TRL 0 si es 6 o inferior, 1 si es 7 u 8, y 2 si es 9. Y por último para potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, 0 si es Bajo, 1 si es Medio y 2 si es Alto.

Tabla 2 Matriz de cualificación de tecnologías aplicables en todos los sectores

Tecnología	Capex/ Opex	PYMES	TRL	Potencial de abatimientoz	Ratio
Gestión energética					
Sistemas de gestión de la energía	Opex B	Sí	9; BAT	A 15%	6
Controles	Opex B	Sí	9; BAT	M 10%	5
Mantenimiento	Opex B	Sí	9; BAT	M	5
Otras medidas de gestión (capacitación, etc)	Opex B	Sí	9; BAT	M	5
Reducción de demanda de calor					
Recuperación del calor	Capex A Opex M	Sí	9; BAT	M	3.5
Identificación de opciones de recuperación del calor (Análisis Pinch)	Capex B	No	9; BAT	M	5
Aislamiento	Capex M	Sí	9; BAT	A 25-86%	5
Sustitución/ nueva unidad de cocción (más eficiente)	Capex B	Sí	9; BAT	M	5
Limpieza (CIP) sin calor	Capex B	Sí	8	M	4
Use de agua esterilizada en homogeneizador	Capex B	Sí	9	N.D.	5
Electrificación del calor					
Limpieza (CIP con calor electrificado o ultrasonido)	N.D.	Sí	9	A	5
Generadores eléctricos de vapor	N.D.	Sí	9	A	5
Calentamiento con microondas	N.D.	Sí	9	A	5
Electrificación de procesos de pasteurización/ esterilización	N.D.	Sí	9	A	5
Pasteurización/ esterilización a altas presiones	N.D.	Sí	9	A	5
Fuentes de calor - descarbonización de las unidades de combustión					
CHP	Capex M	No	9; BAT	A	5
Ciclo combinado	Capex M	No	9; BAT	A	5
Bomba de calor para generación de agua caliente (higiene, calentamiento, seguimiento de agua, limpieza, etc)	Capex M	Sí	9; BAT	A	5
Sustitución/ nueva unidad con superior eficiencia energética	Capex M	Sí	9; BAT	A	5
Combustibles bio (biogás, como por ejemplo de AD)	Capex A	Sí	9; BAT	N.D.	3
Nuevas características de digestión anaeróbica para la generación de biogás a partir de aguas residuales	Capex	No	8; ET	A	4
Combustibles bio (biomasa)	Capex M	Sí	9; BAT	A	5
Residuos como combustible	Capex M	Sí	9; BAT	A	5
Captura y almacenamiento de CO2 (CSS)	Capex A	No (solo grandes)	9; BAT	A	4

Tecnología	Capex/ Opex	PYMES	TRL	Potencial de abatimientoz	Ratio
Gasificación/ pirólisis de residuos sólidos	Capex A	No (solo grandes con acceso a materias primas)	9; BAT	A	4
Combustibles más limpios (H2)	Opex A	No (solo grandes)	9	A	4
Combustibles más limpios (Amonio)	Capex A	Sí	8	A	3
Solar de concentración para generación de electricidad y calor (CSH, CSP)	Capex A	No	9	M	3
Otras fuentes renovables de calor	Capex B	Sí	9	A	6
Descarbonización del suministro eléctrico de generación in situ					
Suministro con energía solar fotovoltaica	Capex B	Sí	9	A	6
Optimización de voltaje	Capex B	Sí	9	A 10%	6
Otras fuentes de suministro eléctrico renovables (baterías, etc)	Capex B	Sí	9	A	6
Reducir demanda energética					
Sistemas de control/ monitorización de la demanda energética	Opex B	Sí	9;	N.D.	5
HVAC más eficiente	Capex B	Sí	9;	A 30%	6
Reducir fugas de sistemas de aire comprimido	Capex B	Sí	9;	N.D.	5
Iluminación LED	Capex B	Sí	9;	N.D.	5
Incremento de la temperatura de congelación					
Congeladores de choque más grandes, con temperaturas de evaporación más altas	Capex N.D.	Sí	9; BAT	N.D.	4
Descarbonización de la refrigeración					
Refrigeración con fuentes renovables (energía)	Capex B	Sí	9;	A	6
Evitar enfriadoras para la refrigeración	Capex B	Sí	9; BAT	A	6
Recuperación del calor durante la refrigeración	Capex B	Sí	9; BAT	A	6
Sustitución/ nueva unidad más eficiente	Capex B	Sí	9; BAT	A	6
Eficiencia operacional/ reducción de tiempos de refrigeración	Capex B	Sí	9; BAT	A	6
Temperaturas más altas	Opex B	Sí	9; BAT	A	6
Refrigeración alternativa (por ejemplo, magnética)	Capex, N.D.	Sí	8;	A 30%	4
Energía de procesos (resto, no usada ni para calor ni para enfriar)					
Fuentes renovables	Capex B	Sí	8;	A	5
Uso de motores de alta eficiencia	Capex B	Sí	9; BAT	A	6
Convertidores de frecuencia para los motores	Capex B	Sí	9; BAT	A	6
Unidades de velocidad variable	Capex B	Sí	9; BAT	A	6

Tabla 3 Matriz de cualificación de tecnologías relevantes para sectores específicos

Tecnología por sector	Sector	Capex/ Opex	PYMES	TRL	Potencial de abatimiento	Ratio
Reducción de demanda de calor						
Optimización de sistemas de distribución del vapor	Etanol, Frutas y Verduras, Aceite, Bebidas, Almidón y granos y Otros	Capex M	Si	9; BAT	M	4
Recompresión mecánica del vapor (MVR)	Lácteos, Frutas y Verduras, Bebidas, Almidón y granos, Azúcar y Otros	Capex A Opex A	Si	9; BAT	M	3
Separación con membrana (en vez de con calor)	Lácteos, Bebidas y Otros	Capex M	Si	8;	M	4
Nuevas tecnologías de secado	Frutas y Verduras, Almidón y granos y Azúcar	Capex B	Si	7; ET	M	5
Secado solar para intermedios orgánicos con calor renovable	Frutas y Verduras y Bebidas	Capex B	Si	9;	M	5
Tecnología avanzada de hornos	Panadería	Capex B	Si	9;	A 30%	5
Uso de pienso previamente secado	Pienso	Capex M Opex M	Si	9;	M 7%	3
Reciclado de gases residuales de secadoras	Pienso, Etanol, Frutas y Verduras, Aceite, Almidón y granos y Azúcar	Capex A	Si	9;	N.D.	3
Uso de calor residual del pre secado	Pienso, Lácteos, Etanol y Carne	Capex A	Si	9;	A 20-50%	5
Proceso de machacado de infusión	Bebidas	N.D	Si	9;	M	5
Hornos eléctricos altamente eficientes (pan, galletas, pastelería)	Panadería	Capex B	Si	9;	M	5
Freidoras eléctricas altamente eficientes	Panadería	Capex B	Si	9;	M	4
Machacado a altas temperaturas	Bebidas	N.D.	Si	9;	N.D.	4
Recuperación del calor del vapor del hervidor de mosto	Bebidas	N.D.	Si	9;		
Aumento del ángulo de destiladoras de alta gravedad	Bebidas	N.D.	Si	9;	A 25%	5
Sistema energético integrado en la recuperación de CO2	Bebidas	Capex B Opex B	Si	9;	N.D.	5
Disminuir la tasa de evaporación del hervido del mosto	Bebidas	N.D.	Si	9;	A 40%	5

Tecnología por sector	Sector	Capex/ Opex	PYMES	TRL	Potencial de abatimiento	Ratio
Uso de pasteurizadores continuos	Lácteos	N.D.	Si	9;	N.D.	4
Intercambio de calor regenerativo en la pasteurización	Lácteos	Capex M Opex B	Si	9;	N.D.	4.5
Hibernación para pasteurizadoras y esterilizadoras	Lácteos	Opex B	Si	9;	A 60-85%	6
Procesado a temperaturas extremadamente altas de la leche sin pasteurización inmediata	Lácteos	N.D.	Si	9;	A up to 35%	5
Secado en múltiples fases para la producción de polvos	Lácteos	Capex M Opex B	Si	9;	A 20%	5
Homogeneización parcial de la leche	Lácteos, Frutas y Verduras, Bebidas y Otros	Opex B	Si	9;	A 15-33%	6
Ventilación de aire secuencial para la maduración del queso	Lácteos	Opex B	Si	8;	A 40-60%	5
Maduración del queso a altas temperaturas con posterior humidificación e ionización del aire de ventilación	Lácteos	N.D.	Si	9;	B	3
Uso de ultrafiltración para la estandarización de la proteína de la leche y el queso	Lácteos	Capex A 430.000€	Si	9;	N.D.	3
Pasteurizador único para la producción de néctar/zumos	Bebidas	N.D.	Si	9;	A 25%	5
Transporte hidráulico del azúcar	Bebidas y Azúcar	Opex B	Si	9;	N.D.	5
Generación de vacío auxiliar	Aceite	Opex B	Si	9;	N.D.	5
Prensado de la fibra de maíz y fibra de trigo antes del secado	Etanol y almidón y granos	Opex B	Si	9;	A	6
Prensado del maíz antes del secado	Etanol y almidón y granos	Opex B	Si	9;	A	6
Desecación del gluten del maíz antes del secado	Almidón y granos	Opex B	Si	9;	A	6
Recuperación del calor para el precalentamiento del zumo de patata	Almidón y granos	Capex A 1.300.000 €	Si	9;	A 50%	4
Prensado de la pulpa del azúcar de remolacha	Azúcar	N.D.	Si	9;	B	3
Secado indirecto a vapor de la pulpa de remolacha	Azúcar	N.D.	Si	9;	N.D.	4
Secado solar de la pulpa de remolacha azucarera	Azúcar	Capex A 2.000.000 €	Si	9;	A 15-25%	4
Secado a baja temperatura de la pulpa de remolacha azucarera	Azúcar	N.D.	Si	9;	N.D.	4

Tecnología por sector	Sector	Capex/ Opex	PYMES	TRL	Potencial de abatimiento	Ratio
Electrificación del calor						
Secadoras industriales con bomba de calor	Almidón y granos y Azúcar	Capex M	Si	7;	M	3
Tecnologías de pasteurización no térmica: Pasteurización/ esterilización por ultrasonido	Lácteos, Frutas y Verduras y Bebidas	N.D.	Si	9;	A	5
Tecnologías de pasteurización no térmica: Pasteurización/ esterilización por UV	Lácteos, Frutas y Verduras y Bebidas	N.D.	Si	9;	A	5
Tecnologías de pasteurización no térmica: Pasteurización/ esterilización por luz de pulsada	Lácteos, Frutas y Verduras y Bebidas	N.D.	Si	9;	A	5
Suministro de calor generado por renovables (no combustión)						
Suministro de calor geotérmico	Lácteos, Bebidas y Otros	Capex A	Si	9;	M	3
Reducir demanda eléctrica						
Homogeneizador energéticamente eficiente	Lácteos, Frutas y Verduras, Bebidas y Otros	Opex B Capex B	Si	9; BAT	A 30%	6
Aplicación de presión negativa con el fin de mezclado	Bebidas	Capex	Si	9; BAT	N.D.	4 6
Uso de homogeneizadores energéticamente eficientes para la producción de néctar/zumos	Lácteos, Frutas y Verduras, Bebidas y Otros	Opex B Capex B	Si	9;BAT	A 30%	
Uso de sopladores de baja presión para el secado de botellas	Bebidas	Capex B Opex B	Si	9; BAT	N.D.	5
Decarbonización del enfriado						
Previo enfriado de agua para hielos	Lácteos y Frutas y Verduras	Capex M 185.000 €	Si	9; BAT	A	5
Enfriamiento de frutas y verduras antes de congelarlas	Frutas y Verduras	Opex B Capex B	Si	9; BAT	A	6
Procesamiento de la electricidad (resto, no usada ni para calor ni para enfriar)						
Machacado a altas temperaturas	Bebidas	Opex B	Si	9	A	6

Cabe destacar que la columna de ratio presentada únicamente evalúa aquellos parámetros inherentes a cada tecnología, mostrando cuáles son las tecnologías que están más preparadas para la descarbonización de la industria. Sin embargo, también sería deseable, tanto desde un punto de vista institucional como para aquellas partes involucradas con intereses económicos en determinado sectores, determinar una puntuación para cada tecnología aplicada a cada sector que no solo se base en el nivel de reducción de emisiones de cada tecnología, sino también en el impacto que tendrá tanto en la IAB a nivel global como en cada sector atendiendo a los sectores con más emisiones, así como el tipo de energía predominante de cada sector (calorífica o eléctrica).

Para ello se ha desarrollado una matriz específica que se puede encontrar en el anejo 2. Ésta muestra una puntuación asignada a cada tecnología que puede indicar, desde un punto de vista institucional, que tecnologías y en que ámbitos tendrán un mayor impacto en la descarbonización de la industria, y desde un punto de vista industrial en un determinado sector, que tecnologías contribuirán más a la descarbonización de dicho sector. Esta matriz se ha calculado en base a una escala de 0 a 12, que después es ajustada a una escala de 0 a 6 para mantener coherencia con la anterior. La mitad de esta puntuación corresponde a la puntuación previamente estimada para cada tecnología, aportando la mitad del peso de esta puntuación a las tecnologías en sí mismas. La otra mitad, es referente a las especificaciones de los sectores en sí mismos, en los que se asigna una puntación de 0 a 3 dependiendo de cuáles son los sectores con mayores emisiones, puntuando 0 los tres de menores emisiones, 1 los tres siguientes, 2 los tres siguientes y 3 los tres con mayores emisiones. Los últimos tres puntos son asignados atendiendo a cómo son las emisiones de gases de efecto invernadero de cada uno de los sectores, bien predominantemente caloríficas o eléctricas. Esta puntuación se da de la siguiente manera: en caso de que una tecnología se centre en la mejora de un ámbito, calorífico o eléctrico, se les dará una puntuación de 0 a aquellos sectores en los que menos de un 25% de sus emisiones se deban a este mismo ámbito, 1 si es 25-50%, 2 si es 50-75% y 3 si es más de un 75%. Por último, se han realizado pequeñas correcciones como, por ejemplo, el aporte de un punto extra a aquellos sectores para los que una tecnología es especialmente útil (tal y como se especifica en el BREF).

Los resultados de esta matriz permiten realizar las siguientes observaciones.

En primer lugar, en términos generales, las puntuaciones en toda la matriz son relativamente altas. Raramente una tecnología en cualquier sector logra una puntuación inferior a dos o tres sobre seis, mientras que la media se sitúa alrededor de cuatro o cinco sobre seis. Esto se debe a que las tecnologías presentadas prácticamente nunca tienen un potencial de reducción de emisiones de GEI bajo, son caras y su nivel de desarrollo es lejano a estar listas para su implementación en el mercado. Esto es así independientemente de que la tecnología sea especialmente buena o no para un sector, o el impacto que pueda tener su aplicación. Es decir, a nivel global, todas las tecnologías presentadas obtienen altas puntuaciones en el ámbito únicamente inherente a éstas (en la matriz, la mitad de la puntuación). Traduciendo estos resultados cuantitativos e interpolándolos a la industria, se puede decir que, generalmente, todas las tecnologías presentadas son beneficiosas y bastante adecuadas para la descarbonización de la IAB española.

En segundo lugar, como cabe a esperar, las puntuaciones más altas se logran en aquellos sectores con mayores emisiones, ya que la aplicación de las tecnologías en estos sectores tendrá un impacto mucho mayor para la descarbonización global del sector que en aquellos sectores con emisiones relativamente bajas. En términos de eficiencia de reducción por tipo de emisiones, procedentes de energía calorífica o eléctrica, las tecnologías que alcanzan mayores puntuaciones son aquellas enfocadas a reducir las emisiones debido tanto a calor como a electricidad en el sector de pienso, las de origen calorífico en el sector de las frutas y verduras, y las de origen eléctrico para los sectores de la carne y el aceite. Prueba de esto es que las únicas tres tecnologías con una puntuación de seis sobre seis - homogenización parcial de la leche, HVAC más eficiente y otras fuentes de suministro eléctrico renovables (baterías, etc) -, son todas para el sector de frutas y verduras. También tomando la siguiente mejor nota, 5,5 sobre 6, un total de 31 tecnologías logran esta cifra, siendo 17 para el sector de frutas y verduras, 12 para el sector del aceite y 2 para piensos. No obstante, también pueden encontrarse diversos casos de tecnologías con altas puntuaciones en otros sectores.

3.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis realizado, a continuación se presentan algunas conclusiones y recomendaciones que pueden resultar relevantes para el sector.
En primer lugar, a nivel general todas las tecnologías presentadas son beneficiosas y bastante adecuadas para la descarbonización de la IAB española. Será cuestión de cada empresa o sector el seleccionar y hacer un balance de cuáles son más adecuadas y viables a nivel de costes e implementación.

Las empresas y sectores con alta intensidad energética necesitan seleccionar una herramienta de toma de decisiones precisa o precisa para priorizar la selección de tecnología. La matriz presentada puede ayudar a orientar esta decisión a un nivel más cualitativo. Un ejemplo de herramienta que puede ayudar a hacer selecciones en base a datos de costes más precisos son las curvas de abatimiento. Sin embargo, para éstas es necesaria una mayor cantidad de datos.

Sin embargo, para conseguir un volumen de reducción de emisiones significativo a nivel de toda la industria, es importante abordar los sectores que generan un mayor volumen de emisiones de manera agregada, independientemente de la intensidad individual de las empresas.

Recomendaciones sobre dos principales usos que los sectores de la IAB española le pueden dar a la matriz de valoración de tecnologías con el fin de planificar la descarbonización del sector. En primer lugar, permite detectar de forma rápida y sencilla aquellos ámbitos - es decir, la introducción de qué tecnologías en qué sectores -, debido a las particularidades no sólo de cada tecnología sino de la IAB española en su conjunto, pueden tener el mayor y más inmediato impacto en lograr reducir las emisiones de la industria. Por otro lado, los agentes productores de un sector específico de la IAB española pueden comparar todas las tecnologías presentadas entre sí, atendiendo únicamente a las particularidades de su sector específico con el fin de seleccionar cuál tendrá un impacto mayor.

Por último, es importante considerar a corto plazo el impacto de las nuevas regulaciones de la UE. La información sobre todas las acciones o impactos relevantes deberá recopilarse, agruparse y digerirse por tema, por ejemplo, habrá un gran conjunto de impactos en las unidades de combustión, adquisiciones de materias primas, etc.

04 RETOS Y OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR IAB ESPAÑOL

En esta sección se presentan una serie de retos y oportunidades identificados para el sector a nivel europeo, y cómo éstos pueden trasladarse al caso español.

4.1 EL IMPACTO DE LA LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS

4.1.1 Implicaciones de los cambios políticos

La Unión Europea ha establecido compromisos ambiciosos para la transición a una economía neta cero para 2050 y recientemente ha aprobado objetivos intermedios de descarbonización para 2030. El Pacto Verde, así como el paquete de reformas políticas aprobadas bajo el nombre de "Fit for 55" tendrá un impacto relevante en las actividades económicas europeas hasta 2050. Todos estos cambios se irán incorporando paulatinamente a la legislación española.

Estas iniciativas del Pacto Verde abarcan un amplio conjunto de temas que van desde nuevos requisitos jurídicamente vinculantes (por ejemplo, sobre el nuevo RCDE UE o normas sobre permisos medioambientales) hasta nuevos mecanismos de financiación o normas más claras para los productos de las instituciones financieras sobre operaciones sobre finanzas verdes sostenibles.

Algunos incentivos políticos podrían terminar teniendo una aplicación heterogénea en toda la UE. Por ejemplo, es posible que los reglamentos nacionales o regionales (o las características de aplicación) no apoyen el enfoque de igualdad de condiciones que suele utilizar la política de la UE. La velocidad de descarbonización de la red es otro ejemplo del contexto desigual para las instalaciones de procesamiento de alimentos que experimentarán las empresas en toda Europa.

Es necesario que las empresas del sector de alimentos y bebidas sigan de cerca estas reformas. La información sobre todas esas acciones o impactos debe analizarse por tema. En este sentido, se recomienda revisar el informe paralelo de análisis de las implicaciones del Pacto Verde sobre el sector IAB en España elaborado por Ricardo.

4.1.2 Oportunidades asociadas a estos cambios: fondos de la UE para apoyar los esfuerzos de descarbonización

La transición a actividades de menor intensidad de emisiones requerirá importantes inversiones públicas y privadas. La UE ha desarrollado nuevos mecanismos financieros para apoyar a los sectores industriales en su viaje hacia la descarbonización. Se han puesto en marcha nuevos sistemas de financiación de la UE para ampliar el apoyo financiero a las modernizaciones de las instalaciones existentes y/o invertir en nuevas plantas de procesamiento de alimentos que funcionen con menor intensidad energética o menor generación de emisiones de GEI.
La Tabla 4 presenta algunos ejemplos de mecanismos de financiación europeos que pueden ser aplicables para empresas españolas.

Tabla 4: Ejemplos de mecanismos de financiación en Europa

Nombre	Centro de atención	Descripción	Instrumento	Presupuesto (M Euros) y TRL
El Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas (FEIE)	Esquema transversal de investigación e innovación: maximizar la eficiencia energética de los componentes industriales intersectoriales de manera rentable	El FEIE es una iniciativa lanzada conjuntamente por el Grupo BEI -el Banco Europeo de Inversiones y el Fondo Europeo de Inversiones- y por la Comisión Europea para ayudar a superar el actual déficit de inversión en la UE. Su objetivo es reactivar la inversión en proyectos estratégicos en todo el continente para garantizar que el dinero llegue a la economía local.	Financiación de capital, Garantías, financiación de deuda	26.000 TRL 6,7,8
Programa para la Competitividad de las Empresas y de las Pequeñas y Medianas Empresas (COSME)	Eficiencia eléctrica, Eficiencia y recuperación de calor, Captura y almacenamiento de carbono, Infraestructura sostenible, Energía renovab	El Instrumento de Equidad para el Crecimiento (EFG) es una ventana del Instrumento Financiero único de capital de la UE que apoya el crecimiento y la investigación e innovación (I+i) de las empresas de la UE desde la fase inicial, incluida la semilla, hasta la fase de expansión y crecimiento. EFG, gestionado por EIF, forma parte de COSME (Programa para la Competitividad de las Empresas y de las Pequeñas y Medianas Empresas), una iniciativa puesta en marcha por la Comisión Europea. A través de COSME EFG, el FEI invierte en fondos seleccionados, que actúan como intermediarios financieros del FEI, para proporcionar capital de riesgo y financiación intermedia a las PYME en fase de expansión y crecimiento, en particular a las que operan a través de las fronteras. Los gestores de fondos operarán sobre una base comercial, para garantizar que las inversiones se centren en las pymes con el mayor potencial de crecimiento".	Financiación de capital	2.300 TRL 1-9

Nombre	Centro de atención	Descripción	Instrumento	Presupuesto (M Euros) y TRL
		El objetivo es facilitar el acceso de las PYME a la financiación de la deuda proporcionando garantías y contragarantías, incluida la titulización de carteras de financiación de la deuda de las PYME, a determinados intermediarios financieros	Garantía	
Horizonte 2020	I+i transversal: mejora de la integración del sistema, diseño óptimo, operación inteligente y flexible, incluida la simbiosis industrial para aumentar la eficiencia energética y de recursos	Programa Marco de Investigación de la UE 2021-2027. Varios ámbitos de intervención pertinentes (por ejemplo, 3.2.7. Industrias Circulares; 3.2.8. Industrias limpias y con bajas emisiones de carbono).	Subvención	100.000 TRL1-9
Fondo de Innovación	I+i sectorial: aumento de la rentabilidad de tecnologías aún no viables desde el punto de vista económico	El fondo de innovación apoyará proyectos de demostración innovadores bajos en carbono en industrias intensivas en energía, energías renovables innovadoras, almacenamiento de energía, captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS). El Fondo proporciona principalmente subvenciones, que cubren hasta el 60% de los costes relevantes, de los cuales el 40% de financiamiento inicial basado en hitos predefinidos antes de que todo el proyecto esté en funcionamiento. Puede proporcionar una financiación de unos 10.000 millones de euros en función del precio del carbono para el período 2020-2030. Financiado por derechos de emisión del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE.	Subvención	38.000 TRL 7,8,9

Nombre	Centro de atención	Descripción	Instrumento	Presupuesto (M Euros) y TRL
Mecanismo de Recuperación y Resiliencia	Eficiencia eléctrica, Eficiencia y recuperación de calor, Captura y almacenamiento de carbono, Energía renovable, Infraestructura sostenible	El Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (el Mecanismo) pondrá a disposición 672.500 millones EUR en préstamos y subvenciones para apoyar las reformas e inversiones emprendidas por los Estados miembros. El objetivo es mitigar el impacto económico y social de la pandemia de coronavirus y hacer que las economías y sociedades europeas sean más sostenibles, resilientes y estén mejor preparadas para los desafíos y oportunidades de las transiciones verde y digital. Estos fondos se canalizarán a través de los fondos "Next Generation" del gobierno español. España recibirá 60.000 millones de euros en transferencias no reembolsables y 80.000 millones de euros en préstamos entre 2022 y 2026. Éstos se irán otorgando a través de ayudas publicadas por los ministerios y comunidades autónomas bajo distintas convocatorias.	Financiación de la deuda, subvención/-subvenciones	672.500

La pandemia mundial de COVID-19 ha afectado gravemente a las economías de todo el mundo. En la UE, las autoridades públicas están desplegando grandes paquetes de recuperación para volver a encarrilar sus economías. Estos programas de recuperación pueden ser herramientas poderosas para abordar simultáneamente dos de los problemas más apremiantes de nuestro tiempo: las consecuencias socioeconómicas de la pandemia y la crisis climática.

En el caso de España, esto se ha traducido en el programa de fondos "Next Generation" (Hacienda, 2022). Tomando como referencia el paquete aprobado para 2022, hay dos líneas de fondos especialmente relevantes para el sector IAB. La primera es la de "Impulso a la competitividad y sostenibilidad industrial", que en 2022 ha sido dotada 2.784,5 millones de euros para impulsar proyectos de mejora de la eficiencia en la gestión del agua, residuos, energía y recursos, emisiones y energías renovables en el marco de la economía circular. La segunda, dada la composición del sector con un 90% de PYMEs, es el componente 13 "Impulso a la pyme", que en 2022 fue dotado de 2.140 millones de euros destinados a aumentar la productividad de estas empresas, reforzar sus capacidades y su resiliencia y contribuir así a la creación empleo y la competitividad.

El coste global de la transición a la descarbonización para el sector de alimentos y bebidas en España, así como en el caso Eruopeo, es difícil de estimar, ya que todavía existen muchas incertidumbres, como: (1) cuántas empresas decidirán construir un nuevo sitio más limpio en lugar de llevar a cabo muchas modernizaciones en las unidades existentes o (2) cuándo el hidrógeno verde será asequible como combustible. No obstante, se espera que los costes de descarbonización del sector sean grandes y solo una pequeña parte de los costes de transición se cubrirá con el apoyo financiero público descrito en esta sección.

4.2 RETOS Y OPORTUNIDADES PARA ABORDAR LA DESCARBONIZACIÓN EN EL SECTOR

4.2.1 Principales retos y barreras para la descarbonización del sector

En general, la inversión en alternativas tecnológicas bajas en carbono enfrenta barreras tales como:

- Mayores costes de capital y operación.
- Largos ciclos de inversión.
- Financiación limitada.
- Riesgo de no cumplir con la calidad requerida del producto o cambiar el carácter.
- Riesgo de interrupción de la producción.
- Escasez de mano de obra cualificada.
- Escasez de tecnologías demostradas.
- Falta de información fiable y completa para la toma de decisiones de inversión.
- Incertidumbre empresarial y política.
- Acceso a tecnologías maduras de eficiencia energética.

Además de estas barreras genéricas, si se realiza un análisis más específico para el sector, pueden identificarse algunas barreras adicionales derivadas de sus características estructurales. El estudio para la hoja de ruta de descarbonización a nivel europeo identificó las siguientes barreras específicas.

- Un entorno político inestable en conflicto con los largos ciclos de inversión de las empresas (para depreciar los activos).
- Altos costes de capital y operación para algunas medidas de descarbonización.
- La mayoría de las medidas pasan por un reacondicionamiento de las plantas existentes, que a menudo es más complejo que su implantación en plantas de nueva construcción.
- Incertidumbre en torno a los costes energéticos (por ejemplo, el RCDE UE ya está aumentando los costes de la electricidad en España, lo que ha sido agudizado por la crisis de la guerra de Ucrania).
- El logro de cero emisiones netas requiere contribuciones futuras de tecnologías inmaduras que actualmente no están fácilmente disponibles y tienen plazos inciertos para la viabilidad económica.
- Existen importantes desafíos para las PYMEs en el acceso a la información de capital y tecnología, así como en la atracción de profesionales cualificados para impulsar la toma de decisiones en materia de energía o emisiones.

- La ubicación geográfica puede limitar el acceso a una infraestructura de combustibles moderna o más limpia (redes de gas natural o hidrógeno verde), especialmente en el caso de España donde una buena parte del sector se encuentra ubicado en zonas alejadas de los grandes núcleos urbanos e industriales.
- Es necesario un desarrollo significativo de la infraestructura para aumentar la accesibilidad a la red, y aún más a una posible red hidrógeno verde.

Debido a una dependencia histórica de los combustibles fósiles y la relativa novedad de las tecnologías y estrategias bajas en carbono, no hay sustituciones simples y cada opción de descarbonización tendrá desafíos. Además, solo algunas opciones de descarbonización tendrán beneficios económicos, como la reducción de costes energéticos (Parlamento Europeo, 2020).

El coste de la aplicación de algunas medidas de descarbonización aumenta a menudo debido a que la infraestructura existente no es adecuada para estas estrategias y tecnologías, como ocurrirá en el caso de la red de gas de hidrógeno.

El interés financiero para adoptar ciertas tecnologías bajas en carbono puede no ser inminente. Sin embargo, se está comprobando en los mercados que realizar evaluaciones de la rentabilidad en la adopción de tecnologías bajas en carbono puede ayudar a tranquilizar a los accionistas y atraer a posibles inversores.

Es probable que las tecnologías que se utilizarán para lograr reducciones de carbono para 2050 incluyan tecnologías y combustibles que ya son conocidos y comercialmente viables en la actualidad; o que alcancen el mercado antes de 2030. Se ha sugerido que el aumento de la eficiencia energética mediante el aumento del uso de biomasa sostenible y la electrificación (libre de carbono) de los procesos son las soluciones más preparadas para lograr las reducciones necesarias; sin embargo, aún cabe la posibilidad de que surjan nuevos desarrollos que alcancen madurez comercial en este periodo (IEA, 2020). Alguna barreras inherentes a la introducción de una nueva tecnologías son el tiempo de inactividad del proceso, el alto gasto de contratar mano de obra cualificada limitada para su instalación, la capacitación o la contratación externa especializada para monitorear y mantener la tecnología y el incremento de costes energéticos (con biomasa, electricidad e hidrógeno que cuestan más que los combustibles fósiles en la UE). Todo ello afectará a las cuentas de pérdidas y ganancias de una empresa a corto plazo. En particular, la electrificación puede generar un incremento de costes importante en el presente escenario de precios en toda Europa, y especialmente en España, cuya potencial duración es incierta.

Esta barrera ya se ha visto en otros países como Bélgica, donde los bajos precios del gas, junto con los precios de la electricidad como los sextos más altos de la UE (a partir de 2017), han creado un desincentivo económico para electrificar los procesos y han dificultado aún más que las plantas industriales adopten medidas de electrificación. Sin embargo, la dependencia de gas de la UE es un escenario que puede dar un vuelco a esta tendencia y comenzar a acelerar estos procesos.

Incluso en los escenarios de descarbonización más ambiciosos, las emisiones de los procesos presentan un gran desafío para descarbonizar aún más. Debido a que la mitad de las emisiones del sector de alimentos y bebidas provienen de una colección de pequeños contribuyentes, es poco probable que puedan reducirse, mientras que la captura y almacenamiento de carbono (CAC) parece una solución poco factible para el sector (IEA, 2020).

En cualquier de los escenarios se necesitará una inversión considerable para lograr emisiones netas cero y esto debe planificarse cuidadosamente para mitigar el riesgo. Es necesario un marco político que facilite y regule las inversiones, apoye la innovación e incentive todos los cambios necesarios sin poner en peligro la competitividad de la industria europea. Además, si no se planifica, existe el riesgo de que las empresas se queden con activos varados (equipos que se compran y se ponen en marcha pero que solo se usan durante unos pocos años) debido a la discontinuidad a gran escala de las tecnologías más intensivas en carbono.

4.2.2 Retos asociados con la incertidumbre de precios

La viabilidad económica de las tecnologías de descarbonización será uno de los principales impulsores de los procesos de toma de decisiones de inversión.

Las medidas de descarbonización genéricas y maduras (como la solar fotovoltaica para generar electricidad) tendrán una previsión de precios más fiable y será más fácil para las empresas procesadoras de alimentos y bebidas evaluar su viabilidad. Las técnicas novedosas (como el uso de hidrógeno verde como combustible en calderas), o técnicas muy específicas, no tendrán previsiones de precios fáciles y las empresas procesadoras de alimentos y bebidas pueden sufrir altas incertidumbres que comprometen la toma de decisiones de inversión.

También es importante trabajar por parte de las federaciones industriales como FIAB, los gobiernos nacionales o la Comisión Europea para ayudar a las PYMEs a acceder a previsiones de precios fiables. Actualmente, numerosas fuentes de información sobre técnicas de descarbonización muestran una amplia gama de precios para las nuevas tecnologías incluidas en las vías del sector de alimentos y bebidas. Los observatorios de innovación podrían desempeñar un papel útil para estas PYMEs, ya que reducirían el tiempo necesario para recopilar esta información, así como identificar las restricciones de aplicabilidad.

A continuación, se proporciona un conjunto ilustrativo de costes y precios para estas técnicas que se han recopilado a nivel europeo. La biomasa es muy heterogénea y los precios dependen de la geografía y el uso final (por ejemplo, los impuestos que afectan a la aplicación). Aunque estos datos pueden variar en el contexto de España, pueden servir como referencia ilustrativa.

- La biomasa, que ya está en uso como combustible en Europa, puede llegar a ser barata cuando está disponible localmente (se estima en 4 EUR / GJ).
- Los recursos de biomasa adicionales (relacionados con un mayor esfuerzo de producción) podrían estar disponibles a un precio más alto de alrededor de 7,5 EUR / GJ.
- La demanda adicional podría satisfacerse con importaciones (por ejemplo, de Canadá, Estados Unidos, Rusia incurriendo en mayores costes de transporte), podría tener un precio más alto de alrededor de 15 EUR / GJ.

El precio futuro del hidrógeno depende de una serie de factores que incluyen costes de capital, precios de la electricidad, horas anuales de carga completa, costes de transporte, etc. Las fuentes de información sobre este tema revelan una amplia gama de precios. Para el hidrógeno, esto resulta en 160 euros/MWh en 2030 y 140 euros/MWh en 2050. Desde 2019, el 95% del hidrógeno en Europa se produce a través de un proceso de reformado de metano a vapor (SMR) sin captura de carbono, mientras que el 5% restante se produce como un subproducto del proceso cloro-álcali en la industria química.
Si miramos el caso del hidrógeno verde, cuyo desarrollo se está intentando impulsar actualmente en Europa y en España, la realidad es que actualmente es muy caro de producir y, en la mayoría de los casos, no existe una infraestructura adecuada de transmisión, almacenamiento y distribución. Actualmente no es competitiva en costes con el SMR y, por tanto, se requiere una inversión sustancial en toda Europa antes de que pueda ser comercialmente accesible (Verbic, 2017).

Actualmente, se estima que el coste para el consumidor de hidrógeno verde en Europa oscila entre 2,24 $/ kgH2 y 7,84 $ / kgH2 . En cambio, el hidrógeno adquirido por medio de SMR se puede obtener por 0.67 – 1,35 $/kgH2 (Verbic, 2017).

Dado que el uso del hidrógeno en Europa es limitado, la información sobre el posible coste para usuarios finales, como la producción de alimentos y bebidas, es muy limitada. Para alcanzar una adopción comercial generalizada en Europa, se requerirá una inversión masiva y, por esta razón, no es probable que el hidrógeno sea una fuente de combustible rentable a corto y medio plazo. A medida que se puedan aprovechar las economías de escala, es probable que el hidrógeno pueda llegar a alcanzar precios más atractivos entre 2035 y 2050 (Committee on Climate Change, 2018) . Esto podría deberse en parte a que el hidrógeno tiene el mayor potencial (en comparación con la biomasa / residuos y la electricidad como fuentes de combustible verde) para reemplazar el consumo actual de combustibles fósiles.

4.2.3 Oportunidades

Los trabajos de análisis de las posibilidades de descarbonización del sector a nivel europeo han identificado una serie de oportunidades para el sector. Algunas de las principales que pueden extrapolarse al caso de España son las siguientes:

- Muchas temperaturas de procesamiento de alimentos son lo suficientemente bajas como para que el calor pueda ser proporcionado por fuentes renovables (hay excepciones para algunos procesos intensivos en energía).
- Varios esfuerzos de reducción de emisiones en este sector se basarán en la reducción del uso de energía en las instalaciones de procesamiento de alimentos, que permitirá reducir los costes de operación y la generación de emisiones. En actual contexto de subida de precios de la energía e inestabilidad económica, esto puede incrementar considerablemente el ratio coste/beneficio a la hora de acometer inversiones.
- Atracción del mercado: Los clientes son cada vez más conscientes del medio ambiente y aprecian los indicadores que demuestran menores impactos ambientales (como las huellas de carbono).
- Existen numerosos mecanismos de financiación de la UE relacionados con la reducción de las emisiones industriales de GEI utilizando técnicas novedosas y maduras. Éstos proporcionan apoyo para facilitar la transición neta cero (aunque rara vez cubrirán todos los costes).

En particular, algunas de las que merecen un análisis en mayor nivel de detalle son las siguientes:

Menores costes operativos. La reducción de las emisiones de GEI en este sector se producirá principalmente como resultado de la reducción del uso de energía en las instalaciones de procesamiento de alimentos y bebidas (es decir, medidas de eficiencia energética). Esta es una situación en la que todos saldrán ganando y que tendrá beneficios para los operadores (menor Opex) y la sociedad (menores emisiones de GEI). Los costes de energía pueden ser pequeños para algunas empresas, pero significativos en otras. Sin embargo, la reducción de los costes energéticos sin duda apuntalará un argumento para justificar la inversión en medidas de eficiencia energética con rendimientos rápidos. Varios estudios indican que los tiempos de recuperación de las medidas de descarbonización oscilan entre 0,5 y 6,5 años para varios procesos (Benjamin K.Sovacool, 2021).

Menor coste operativo relacionado con la madurez de la tecnología de energía renovable. Las iniciativas políticas disminuirán en última instancia el coste del suministro de energía renovable. Una serie de tecnologías renovables clave (como la energía solar de concentración (CSH), la energía solar fotovoltaica y la energía eólica) han demostrado un historial comprobado de reducción de costes en la última década. La Agencia Internacional de la Energía opera una base de datos de instalaciones industriales que han incorporado la CSH.

Mayores márgenes para productos sostenibles más limpios. El mercado de productos alimenticios y bebidas más sostenibles está creciendo. Los consumidores son cada vez más conscientes del medio ambiente y aprecian ver indicadores sobre el desempeño ambiental de los productos (como las huellas de carbono). La estrategia de la UE de la granja a la mesa armonizará estas iniciativas para garantizar sistemas de notificación claros y fiables. Se recomienda que las empresas de alimentos y bebidas comiencen a utilizar indicadores de impacto ambiental para apoyar su toma de decisiones en torno a la descarbonización. Aunque esto sigue siendo menos importante que otros criterios de compra.

Nuevos esquemas de financiación y ayudas para acelerar la descarbonización. La investigación de las posibles ayudas y fondos existentes para apoyar iniciativas e inversiones para la descarbonización del sector será importante para apoyar a las empresas a emprender este camino. Algunos ejemplos de fondos y oportunidades se han presentado en la sección anterior.

Aprovechar la creciente demanda de recursos de base biológica. Una serie de sectores industriales como los petroquímicos y las empresas de refinación de petróleo y gas buscarán grandes volúmenes de combustibles de base biológica y materias primas de base biológica explorar vías de descarbonización. Los biocombustibles de segunda generación proporcionan la oportunidad a las instalaciones alimentarias de eliminar los residuos orgánicos a costes más bajos. Las empresas industriales del sector de la alimentación y las bebidas podrían convertirse en socios clave tanto para compartir conocimientos como, en algunos casos, para suministrar residuos orgánicos de base biológica. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esto puede conducir a una mayor competencia para asegurar el acceso a materiales agrícolas escasos, aceites usados u otras materias primas de base biológica.

Aprovechar las energías renovables para cubrir la demanda de calor a baja temperatura. Cualquier proceso de alimentos utiliza bajas temperaturas de funcionamiento. Esto puede facilitar la utilización de energías renovables para su producción (por ejemplo, el calor solar permite alcanzar 50-400°C) (EREK, 2022). Los procesos como el escaldado, la limpieza y el escaldado utilizan temperaturas de funcionamiento que oscilan entre 60 y 80°C. Otros como la evaporación, la pasteurización o la cocción utilizan temperaturas de 40 a 120°C. Los datos globales confirman que el sector de alimentos y bebidas actualmente tiene un bajo uso de energía renovable, alrededor del 30% de su consumo total. Sin embargo, a nivel mundial el calor de biomasa está bastante extendido, y existen ejemplos de otras tecnologías como los deshidratadores de energía geotérmica en México, China, Hungría, Rusia y Turquía. (IRENA, 2019).

05 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a la información analizada y los estudios realizados a nivel europeo, se pueden extraer una serie de conclusiones relevantes para el sector a la hora de enfrentar una planificación para su descarbonización.

Priorizar los sectores con mayores volúmenes agregados de emisiones. A nivel europeo, muchos subsectores de alimentos y bebidas han estado reduciendo el uso de energía y las emisiones de GEI en las últimas décadas. Los sectores de alta intensidad energética como el del azúcar, ya han logrado partes importantes de las reducciones de emisiones de CO2e solicitadas. Esto está bien capturado por los datos del RCDE UE, que reflejan el hecho de que algunas de las opciones de descarbonización mencionadas en este informe pueden haberse incorporado ya en varias plantas europeas. En el caso de España, el sector del azúcar tiene un peso relativo bajo en el total de emisiones del sector dado su volumen de producción, frente a otros sectores como el de piensos, aceite o frutas y verduras que generan un nivel total de emisiones elevado como consecuencia de su alta producción agregada. Esto implica que los esfuerzos son importantes a todos los niveles, incluso en sectores cuyas intensidades energéticas específicas sean más bajas.

Selección estratégica de tecnologías. Se pueden aplicar una serie de medidas de descarbonización manteniendo al mismo tiempo la rentabilidad o el valor añadido. Las empresas seleccionarán inicialmente aquellas medidas rentables que reduzcan las emisiones de GEI, mientras que la última parte del camino de descarbonización podría terminar lográndose con mayores costes operativos. Las empresas buscan mantener la rentabilidad a la hora de tomar decisiones de inversión. Este criterio también se mantiene cuando se invierte en el cumplimiento normativo. La selección de tecnologías será una decisión económica y, a menudo, las opciones menos arriesgadas tendrán mayores posibilidades de ser seleccionadas. Para establecer su ruta específica hacia el cero neto, las empresas deberán identificar y clasificar las medidas de descarbonización que sean aplicables a su planta. Necesitan clasificarlos en orden ascendente de coste por tonelada de carbono disminuido. Para ello, la matriz presentada puede orientar sobre las tecnologías que obtienen un ratio más alto de ventajas. Para decisiones más precisas de coste-eficacia, las herramientas (visuales) más comunes son las curvas de reducción, que proporcionan a los responsables de la toma de decisiones una visión de las posibles inversiones de capital (a menudo grandes) en técnicas que pueden reducir las emisiones de las plantas. Cada planta necesitará más de una solución. Se requiere una toma de decisiones holística, y esto puede apoyar la construcción de una nueva planta más limpia en lugar de llevar a cabo muchas modernizaciones en una planta vieja que está casi depreciada.

Reforma y modernización. La mayoría de las intervenciones de descarbonización en Europa estarán relacionadas con la modernización de las plantas existentes. En base a los reportes al BREF, una gran parte de las plantas europeas son antiguas, y es de esperar que esta situación sea similar en el sector español. No obstante, el pequeño tamaño medio de las mismas sigue suponiendo un reto para acometer estas reformas. En este sentido, será importante consultar las posibilidades que los fondos "Next Generation" pueden ofrecer para ayudar a acometer inversiones.

Incertidumbre sobre precios y algunas tecnologías prometedoras. Los precios de la energía y el carbono son un insumo importante, ya que influyen en las decisiones de inversión y en la selección de tecnología respectiva. Algunos de los recursos clave (biomasa, acceso al hidrógeno verde) son muy heterogéneos y los precios dependen de la geografía y el uso final (por ejemplo, los impuestos que afectan a la aplicación).
El precio futuro del hidrógeno depende de una serie de factores que incluyen costes de capital, precios de la electricidad, horas anuales de carga completa, costes de transporte, etc. Hay grandes incertidumbres sobre las fechas para el hidrógeno verde asequible.

Necesidad de datos más precisos a nivel del sector. Realizar este ejercicio y asociar tecnologías a subsectores requerirá de un esfuerzo por parte del sector en recabar y compartir datos más precisos sobre intensidades energéticas específicas y factores de generación de emisiones. Los datos presentados han sido extrapolados de las estimaciones europeas. Sin embargo, contar con datos específicos y concretos del sector es imprescindible para generar herramientas y estimaciones precisas que les ayuden a tomar decisiones minimizando los márgenes de error. Algunos de los sectores cuentan con información públicamente disponible con alto nivel de desagregación, como el de los lácteos, el aceite de oliva o el pescado. Se recomienda al resto de sectores compartir o dar una mayor visibilidad a datos desagregados del mismo tipo para favorecer que su representación en los estudios sea más precisa y ajustada. Es crítico también para poder identificar las particularidades que puedan presentar determinados subsectores que no se encuentran bien reflejados en las estadísticas agregadas, como el subsector de aguas embotelladas y otros específicos dentro del sector bebidas, u otros sectores más minoritarios.

Necesidad de homogenización de datos a nivel nacional y europeo. Este estudio ha detectado la incertidumbre en los datos existentes en el sector español a nivel oficial, y la necesidad de revisar los estudios y hacer estimaciones más precisas y granulares basados en datos empíricos o reales de los subsectores. Por otro lado, la poca estandarización de los datos y alineamiento entre la categorización de sectores empleados a nivel europeo y español, así como el bajo nivel de desagregación de los datos en ambos casos, dificulta avanzar el conocimiento para guiar al sector. Hay una necesidad clara de crear e implementar patrones de categorización comunes con el fin de ayudar en el proceso de realizar comparaciones y evaluar procesos para futuros estudios, pudiendo proporcionar así datos más refinados y precisos.

06 REFERENCIAS

- Benjamin K.Sovacool, M. B. (2021). Decarbonizing the food and beverages industry: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- CEFAC. (2022, 09 26). El Sector en cifras. Retrieved from Cesfac: https://www.cesfac.es/es/quienes-somos/sobre-cesfac
- CNMV. (2020). Estadística de biocarburantes.
- Comision Europea. (2021). Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 2021 por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) n.o 401/2009 y (UE) 2018/1999 («Legislación europea sobre el cl.
- Committee on Climate Change. (2018). Hydrogen in a low carbon economy. https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2018/11/H2-report-draft-20181119-FINALV3.pdf.
- EREK. (2022). Integrating solar heat into food-production process. (Accessed 08-2022) https://www.resourceefficient.eu/cs/node/825.
- Eurostat. (n.d.). Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat
- Eurostat. (2020). Data & Trends EU Food and Drink Industry 2020.
- FIAB. (2021). Informe de Sostenibilidad de la Industria de Alimentación y Bebidas .
- FIAB. (2021). Informe Económico Industria Alimentación y Bebidas 2020.
- FIAB. (2021). Memoria 2021: FIAB.
- FIAB y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación . (2020). Marco Estratégico para la Industria de Alimentación y Bebidas.
- Giner Santonja, G., Karlis, P., Raunkjær Stubdrup, K., Brinkmann, T., & Roudier, S. (2019). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Food, Drink and Milk industry.
- Hacienda, M. d. (2022). NEXT GENERATION EU. https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/Next-Generation.aspx.
- IEA. (2020). Energy technologies perspectives 2020. https://iea.blob.core.windows.net/assets/7f8aed40-89af-4348-be19-c8a67df0b9ea/Energy_Technology_Perspectives_2020_PDF.pdf.
- INE. (2020). Cuentas medioambientales. Cuenta de Emisiones a la Atmósfera.
- Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI). (2021). Inventario Emisiones España 2022.
- IRENA. (2019). Accelerating geothermal heat adoption in the agri-food sector. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jan/IRENA_Geothermal_agri-food_2019.pdf.
- Iwona Cameron, A. L. (2021). Decarbonisation road map for the European food and drink manufacturing sector. Ricardo Energy & Environment.
- JRC. (2019). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Food, Drink and Milk Industries.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2022). Informe Económico Industria Alimentación y Bebidas.

- Organización de las Naciones Unidas. (2000). Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Parlamento Europeo. (2020). Energy-intensive industries. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652717/IPOL_STU(2020)652717_EN.pdf.
- PWC & AEPLA. (n.d.). El futuro del sector agricola español.
- Ricardo E&E. (2021). Decarbonisation road map for the European food and drink manufacturing sector.
- Smith, J. a. (2020). The joys of automatically referencing documents that you're allowed to reference. Retrieved from website source name: www.referencelocation.com
- Soils for Food Security and Climate. (n.d.). Retrieved from The international "4 per 1000 initiative": https://4p1000.org/?lang=en
- Stweward Redqueen. (2016). Cumulative impact of hazard-based legislation on Crop Protection Products in Europe.
- Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (n.d.).
- Verbic, M. F. (2017). Electricity prices and energy intensity in Europe. Energy Policy, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957178715300552?casa_token=pqN6DsTWKbcAAAAA:mD6PmJQYCNFB1mJHRgmJ8Pq-S2D3iqJ_iZfFlxKSSsqd3nJGGjdA-JJwYNN145lNdzOnMdqPvLRk.

Anejo 1 Intensidades energéticas y emisiones de efecto invernadero para los distintos subsectores

		España									Europa								
		Mt/a Sector	Mt/a Sector %	Factor intensidad energética MWh/t	Energía total 10^6 MWh/a	Energía total 10^6 MWh/a %	Emisiones CO_2 generadas Mt CO_2e /a	Emisiones CO_2 generadas %	Emisiones procedentes de electricidad Mt CO_2e/a	Emisiones procedentes de calor Mt CO_2e/a	Mt/a Sector	Mt/a Sector %	Factor intensidad energética MWh/t	Energía total 106 MWh/a	Energía total 106 MWh/a %	Emisiones CO_2 generadas Mt CO_2e /a	Emisiones CO_2 generadas %	Emisiones procedentes de electricidad Mt CO_2e/a	Emisiones procedentes de calor Mt CO_2e/a
Piensos	Piensos	26,51	100	0,57	15,11	39,38	3,70	40,22	1,27	2,43	153,00		0,57	87,20	22,94	21,40	22,86	7,30	14,00
Lácteos	Leche de mercado	5,38	93,56	0,18	0,97	2,52	0,24	2,58	0,08	0,16	150,00	94,94	0,18	26,30	6,92	6,40	6,84	2,20	4,20
	Queso	0.37	6.44	0.79	0.29	0.76	0.08	0.86	0.07	0.01	5.50	3.48	0.79	4.30	1.13	1.20	1.28	1.00	0.20
	Leche en polvo	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	1.58	1.10	2.80	0.74	0.70	0.75	0.20	0.40
Etanol	Etanol	0.41		5.20	2.11	5.50	0.52	5.62	0.18	0.34	5.00		5.20	26.00	6.84	6.40	6.84	2.20	4.20
Pescado	Procesamiento de pescado	1.02		0.40	0.41	1.06	0.11	1.17	0.08	0.03	4.50		0.40	1.80	0.47	0.50	0.53	0.40	0.10
Frutas	Frutas y verduras congeladas (sin tomate / patata)	5.01	71,53	1,10	5,51	14,35	1,30	14,11	0,18	1,11	5,00	18,18	1,10	5,50	1,45	1,30	1,39	0,20	1,10
	Resto/ frutas y verduras enlatado (sin tomate/patata)			1,10							4,00	14,55	1,10	4,40	1,16	1,00	1,07	0,10	0,90
	Mermeladas			3,00							1,00	3,64	3,00	3,00	0,79	0,70	0,75	0,30	0,50
	Frutos secos/verduras			0,30							0,90	3,27	0,30	0,30	0,08	0,10	0,11	0,00	0,00
	Productos de lata (congelados)			0,85							5,60	20,36	0,85	4,80	1,26	1,20	1,28	0,30	0,80
	Patatas - Copos y granulados (secos)	1,36	19,42	4,20	5,71	14,88	0,92	9,95	0,06	0,86	0,50	1,82	4,20	2,10	0,55	0,50	0,53	0,00	0,50
	Patatas - otros (patatas fritas)			1,60							2,50	9,09	1,60	4,00	1,05	1,00	1,07	0,20	0,70

		España									Europa								
	Procesamiento de tomate	0,63	9,05	1,28	0,81	2,11	0,19	2,11	0,05	0,15	8,00	29,09	1,28	10,20	2,68	2,40	2,56	0,60	1,90
Carne	Procesamiento de carne	2,08		0,95	1,98	5,16	0,52	5,70	0,39	0,14	12,50		0,95	11,90	3,13	3,10	3,31	2,30	0,80
Aceite	Trituración y refinación de semillas de colza y girasol	0,20	33,22	0,70	0,14	0,36	0,03	0,36	0,01	0,03	41,00	62,88	0,70	28,70	7,55	6,90	7,37	1,60	5,30
	Trituración y refinación de soja	0,02	2,71	0,90	0,01	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	17,00	26,07	0,90	15,30	4,03	3,70	3,95	1,10	2,60
	Refinación de tandalona	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	7,67	0,25	1,30	0,34	0,30	0,32	0,10	0,20
	Aceite de oliva	0,38	64,07	6,70	2,53	6,60	0,71	7,70	0,71	0,00	2,20	3,37	0,60	1,30	0,34	0,40	0,43	0,40	0,00
Bebidas	Refrescos y zumos	5,52	84,79	0,04	0,19	0,50	0,05	0,57	0,04	0,01	34,00	45,33	0,08	2,60	0,68	0,70	0,75	0,60	0,10
	Cerveza	0,99	15,21	0,19	0,19	0,49	0,05	0,50	0,02	0,03	41,00	54,67	0,19	7,90	2,08	1,90	2,03	0,70	1,30
Almidón y granos	Nativo y almidón modificado	0,49	77,92	1,00	0,26	0,67	0,06	0,69	0,02	0,04	5,00	9,80	1,00	5,00	1,32	1,20	1,28	0,40	0,80
	Proteínas y fibras de almidón			1,60							5,00	9,80	1,60	8,00	2,10	2,00	2,14	0,70	1,30
	Derivados de almidón (incluyendo glucosa, maltodextrinas, polioles)										6,00	11,76	1,50	9,00	2,37	2,20	2,35	0,80	1,40
	Molienda de granos	0,14	22,08	1,50 0,65	0,09	0,24	0,03	0,28	0,03	0,00	35,00	68,63	0,65	22,60	5,95	6,30	6,73	6,30	0,00
Azúcar	Azúcar	0,15		2,10	0,32	0,84	0,07	0,81	0,00	0,07	16,40		2,10	34,40	9,05	8,00	8,55	0,30	7,70
Panadería	Panaderia	1,58		0,16	0,34	0,89	0,28	3,02	0,17	0,11	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros	Otros	1,13		1,24	1,40	3,65	0,34	3,72	0,12	0,23	40,00		1,24	49,50	13,02	12,10	12,93	4,20	8,00
	Total				38,37	100,00	9,21	100,00	3,89	5,22				380,10	100,00	93,60	100,00	34,40	59,20

Anejo 1 Intensidades energéticas y emisiones de efecto invernadero para los distintos subsectores

Tecnología	Pienso	Lácteos	Etanol	Pescado	Frutas y verduras	Carnes	Aceite	Bebidas	Almidón y granos	Azucar	Panadería	Otros
Gestión energética												
Sistemas de gestión de la energía	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Controles	4,5	3,5	4	4	4	4,5	5	4	3	2,5	4	4
Mantenimiento	4,5	3,5	4	4	4	4,5	5	4	3	2,5	4	4
Otras medidas de gestión (capacitación, etc)	4,5	3,5	4	4	4	4,5	5	4	3	2,5	4	4
Reducción de demanda de calor												
Recuperación del calor	4,5	3,5	3,5	2,5	4,5	3,5	4,5	2,5	3,5	3,5	2,5	3,5
Identificación de opciones de recuperación del calor (Análisis Pinch)	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Aislamiento	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Sustitución/ nueva unidad de cocción (más eficiente)	5	4	4,5	3,5	5,5	4,5	4,5	2,5	3,5	4	4	5
Limpieza (CIP) sin calor												
Use de agua esterilizada en homogeneizador	4,5	4	4	3	5	3,5	4	2	3	3,5	3,5	4
Electrificación del calor	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Limpieza (CIP con calor electrificado o ultrasonido)	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Generadores eléctricos de vapor	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Calentamiento con microondas	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Electrificación de procesos de pasteurización/ esterilización	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Pasteurización/ esterilización a altas presiones	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Fuentes de calor - descarbonización de las unidades de combustión												
CHP	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Ciclo combinado	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Bomba de calor para generación de agua caliente (higiene, calentamiento, seguimiento de agua, limpieza, etc)	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Sustitución/ nueva unidad con superior eficiencia energética	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Combustibles bio (biogás, como por ejemplo de AD)	4	3	3,5	2,5	4,5	3	3,5	1,5	2,5	3	2,5	3,5

Tecnología	Pienso	Lácteos	Etanol	Pescado	Frutas y verduras	Carnes	Aceite	Bebidas	Almidón y granos	Azucar	Panadería	Otros
Nuevas características de digestión anaeróbica para la generación de biogás a partir de aguas residuales	4,5	3,5	4	3	5	3,5	4	2	3	3,5	3	4
Combustibles bio (biomasa)	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Residuos como combustible	5	4	4,5	3,5	5,5	4	4,5	2,5	3,5	4	3,5	4,5
Captura y almacenamiento de CO2 (CSS)	4,5	3,5	4	3	5	3,5	4	2	3	3,5	3	4
Gasificación/ pirólisis de residuos sólidos	4,5	4	4	3	5	4	4	2	3	3,5	3	4
Combustibles más limpios (H2)	4	3	3,5	3,5	3,5	4	4,5	3,5	2,5	2	3,5	3,5
Combustibles más limpios (Amonio)	3,5	2,5	3	3	3	3,5	4	3	2	1,5	3	3
Solar de concentración para generación de electricidad y calor (CSH, CSP)	3,5	3	3	3	3	3,5	4	3,5	2	1,5	3	3,5
Otras fuentes renovables de calor	5,5	4,5	5	4	6	4,5	5	3	4	4,5	4	5
Descarbonización del suministro eléctrico de generación in situ												
Suministro con energía solar fotovoltaica	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Optimización de voltaje	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Otras fuentes de suministro eléctrico renovables (baterías, etc)	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Reducir demanda energética												
Sistemas de control/ monitorización de la demanda energética	4,5	3,5	4	4	4	4,5	5	4	3	2,5	4	4
HVAC más eficiente	5,5	4,5	5	4	6	4,5	5	3	4	4,5	4	5
Reducir fugas de sistemas de aire comprimido	4,5	3,5	4	4	4	4,5	5	4	3	2,5	4	4
Iluminación LED	4,5	3,5	4	4	4	4,5	5	4	3	2,5	4	4
Incremento de la temperatura de congelación												
Congeladores de choque más grandes, con temperaturas de evaporación más altas	4	3	3,5	3,5	3,5	4	4,5	3,5	2,5	2	3,5	3,5
Descarbonización de la refrigeración												
Refrigeración con fuentes renovables (energía)	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5

Tecnología	Pienso	Lácteos	Etanol	Pescado	Frutas y verduras	Carnes	Aceite	Bebidas	Almidón y granos	Azucar	Panadería	Otros
Evitar enfriadoras para la refrigeración	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Recuperación del calor durante la refrigeración	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Sustitución/ nueva unidad más eficiente	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Eficiencia operacional/ reducción de tiempos de refrigeración	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Temperaturas más altas	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Refrigeración alternativa (por ejemplo, magnética)	4	3	3,5	3,5	3,5	4	4,5	3,5	2,5	2	3,5	3,5
Energía de procesos (resto, no usada ni para calor ni para enfriar)												
Fuentes renovables	4,5	3,5	4	4	4	4,5	5	4	3	2,5	4	4
Uso de motores de alta eficiencia	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Convertidores de frecuencia para los motores	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5,5	4,5	3,5	3	4,5	4,5
Unidades de velocidad variable	4,5	3,5	4	4	4	4,5	5	4	3	2,5	4	4

Tecnología por sectores	Pienso	Lácteos	Etanol	Pescado	Frutas y verduras	Carnes	Aceite	Bebidas	Almidón y granos	Azucar	Panadería	Otros
Gestión energéticaReducción de demanda de calor												
Optimización de sistemas de distribución del vapor	-	-	4	-	5,5	-	4	2,5	3	-	-	4,5
Recompresión mecánica del vapor (MVR)	-	3	-	-	4,5	-	-	1,5	2,5	3	-	3,5
Separación con membrana (en vez de con calor)	-	3	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	3,5
Nuevas tecnologías de secado	-	-	-	-	5	-	-	-	3	3,5	-	-
Secado solar para intermedios orgánicos con calor renovable	-	-	-	-	5,5	-	-	-	3,5	-	-	-
Tecnología avanzada de hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-
Uso de pienso previamente secado	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reciclado de gases residuales de secadoras	4	-	3,5	-	4,5	-	3,5	-	2,5	3	-	-
Uso de calor residual del pre secado	4	3	3,5	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Proceso de machacado de infusión	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-
Hornos eléctricos altamente eficientes (pan, galletas, pastelería)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-
Freidoras eléctricas altamente eficientes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-
Machacado a altas temperaturas	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Recuperación del calor del vapor del hervidor de mosto	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Aumento del ángulo de destiladoras de alta gravedad	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-
Sistema energético integrado en la recuperación de CO2	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-
Disminuir la tasa de evaporación del hervido del mosto	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-
Uso de pasteurizadores continuos	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intercambio de calor regenerativo en la pasteurización	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hibernación para pasteurizadoras y esterilizadoras	-	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Procesado a temperaturas extremadamente altas de la leche sin pasteurización inmediata	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tecnología por sectores	Pienso	Lácteos	Etanol	Pescado	Frutas y verduras	Carnes	Aceite	Bebidas	Almidón y granos	Azucar	Panadería	Otros
inmediata												-
Secado en múltiples fases para la producción de polvos	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Homogeneización parcial de la leche	-	4,5	-	-	6	-	-	3	-	-	-	-
Ventilación de aire secuencial para la maduración del queso	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maduración del queso a altas temperaturas con posterior humidificación e ionización del aire de ventilación	-	3	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Uso de ultrafiltración para la estandarización de la proteína de la leche y el queso	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasteurizador único para la producción de néctar/zumos	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-
Transporte hidráulico del azúcar	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	4	-	-
Generación de vacío auxiliar	-	-	-	-	-	-	4,5	-	-	-	-	-
Prensado de la fibra de maíz y fibra de trigo antes del secado	-	4,5	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Prensado del maíz antes del secado	-	4,5	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Desecación del gluten del maíz antes del secado	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Recuperación del calor para el precalentamiento del zumo de patata	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Prensado de la pulpa del azúcar de remolacha	-	-	-	- -	-	-	-	-	-	3	-	-
Secado indirecto a vapor de la pulpa de remolacha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-
Secado solar de la pulpa de remolacha azucarera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-	
Secado a baja temperatura de la pulpa de remolacha azucarera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-
Electrificación del calor												
Secadoras industriales con bomba de calor	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	3	-	-
Tecnologías de pasteurización no térmica: Pasteurización/ esterilización por ultrasonido	-	3,5	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-

Tecnología por sectores	Pienso	Lácteos	Etanol	Pescado	Frutas y verduras	Carnes	Aceite	Bebidas	Almidón y granos	Azucar	Panadería	Otros
Tecnologías de pasteurización no térmica: Pasteurización/ esterilización por UV	-	3,5	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-
Tecnologías de pasteurización no térmica: Pasteurización/ esterilización por luz de pulsada	-	3,5	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-
Suministro de calor generado por renovables (no combustión)												
Suministro de calor geotérmico	-	3	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	3,5
Reducir demanda eléctrica												
Homogeneizador energética-mente eficiente	-	4	-	-	4,5	-	-	4,5	-	-	-	4,5
Aplicación de presión negativa con el fin de mezclado	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Uso de homogeneizadores energéticamente eficientes para la producción de néctar/zumos	-	4	-	-	4,5	-	-	4,5	-	-	-	4,5
Uso de sopladores de baja presión para el secado de botellas	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-
Decarbonización del enfriado												
Previo enfriado de agua para hielos	-	3,5	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Enfriamiento de frutas y verduras antes de congelarlas	-	-	-	-	4,5	-	-	-	-	-	-	-
Procesamiento de la electricidad (resto, no usada ni para calor ni para enfriar)												
Machacado a altas temperaturas	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-

Informe elaborado por:
Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas
Ricardo Energy & Environment

Diseño Gráfico:
Media IMS

Fecha de elaboración: 2022
Fecha de publicación: 2022

FIAB
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Proyecto co-financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación dentro del Marco del CONVENIO MAPA-FIAB 2022

RICARDO

FIAB
FEDERACIÓN ESPAÑOLA
DE INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN
Y BEBIDAS

GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN