



Investigación, Desarrollo y Energías Renovables para la mejora del tejido empresarial en Centro, Extremadura y Alentejo

0330_IDERCEXA_4_E

Acción 1.3 Estudio Sectorial de potencial de aplicación de nuevos productos y servicios energéticos de IDERCEXA.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Antecedentes	8
1.1.1. Descripción del proyecto IDERCEXA	8
1.1.2. Planning y estado de realización previo a la Acción 1.3	11
1.1.3. Descripción de la Acción 1.3	12
1.2. Objeto de la Acción 1.3	13
1.3. Socios intervinientes en la Acción 1.3	13
1.4. Estructura del Informe de la Acción 1.3	14
2. ESTUDIO SECTORIAL DE POTENCIAL DE APLICACIÓN: METODOLOGÍA	15
2.1. Elaboración de ficha de toma de datos para estudio sectorial de potencial energético	15
2.1.1. Ficha para la tecnología SolarMetal	15
2.1.2. Ficha para la tecnología Bioeconomía	20
2.1.3. Ficha para la tecnología Edificación Sostenible y Movilidad	21
2.2. Fuentes de información para la selección de empresas y/o usuarios	23
2.3. Selección de industrias y/o usuarios	24
2.4. Planning de actuación de los socios intervinientes en la Acción 1.3	25
2.5. Definición de los criterios de análisis para cada temática IDERCEXA	26
2.5.1. Tecnología SolarMetal	26
2.5.2. Bioeconomía	29
2.5.3. Edificación sostenible y movilidad	30
3. ESTUDIO SECTORIAL DE POTENCIAL DE APLICACIÓN: RESULTADOS	33
3.1. Participación de los socios	33
3.2. Alcance de los estudios energéticos	34
3.3. Distribución por temáticas	35
3.3.1. SolarMetal	37
3.3.2. Bioeconomía	37
3.3.3. Edificación Sostenible y Movilidad	38
3.4. Análisis de los resultados para la temática SolarMetal	38
3.4.1. Prototipo SolarMetal 1: generación de vapor	38
3.4.1.1. Presiones máximas de trabajo	40
3.4.1.2. Peso específico de la energía térmica en los costes energéticos	41
3.4.1.3. Estacionalidad	43

3.4.1.4. Horarios de funcionamiento _____	44
3.4.1.5. Posibilidades de expansión _____	46
3.4.2. Prototipo SolarMetal 2: generación de agua caliente para procesos _____	47
3.4.2.1. Peso específico de la energía térmica en los costes energéticos _____	47
3.4.2.2. Estacionalidad _____	48
3.4.2.3. Horarios de funcionamiento _____	50
3.4.2.4. Posibilidades de expansión _____	51
3.5. Análisis de los resultados para la temática Bioeconomía _____	52
3.5.1. Prototipo Bioeconomía 1: secado térmico de la fracción sólida del digestato _____	52
3.5.1.1. Volumen de agua residual tratada al año _____	53
3.5.1.2. Tecnología disponible _____	54
3.5.1.3. Potencial de producción de energía primaria de biogás de lodos de EDAR urbanas _	56
3.5.2. Prototipo Bioeconomía 2: tratamiento de residuos agroganaderos para aprovechamiento energético _____	57
3.5.2.1. Características de la planta _____	57
3.5.2.2. Peso específico de la energía térmica en los costes energéticos _____	58
3.5.2.3. Explotaciones ganaderas _____	59
3.5.2.4. Potencial de los residuos/subproductos de ganadería _____	61
3.6. Análisis de los resultados para la temática Edificación Sostenible y Movilidad _____	62
3.6.1. Tipología de edificios según su uso principal _____	62
3.6.2. Prototipos IDERCEXA de la temática Edificación Sostenible y Movilidad _____	67
3.6.2.1. Sistema de protección solar fotovoltaica orientable _____	67
3.6.2.2. Sistema de orientación automático para cubierta solar fotovoltaica _____	68
3.6.2.3. Sistema de código abierto para carga fotovoltaica de vehículos _____	69
3.6.2.4. Sistema de optimización de consumo de caldera de biomasa _____	71
3.6.2.5. Sistema de optimización y control de consumo eléctrico de edificios terciarios ____	73
3.6.2.6. Sistema de refrigeración autónomo mediante enfriamiento evaporativo _____	74
3.6.2.7. Sistema inteligente de chimenea solar con alimentación fotovoltaica _____	76
3.6.2.8. Sistema inteligente de control de sistemas de geotermia tierra-aire _____	77
4. CONCLUSIONES _____	81
4.1. Conclusiones relacionadas con la temática Solar-Metal _____	81
4.1.1. Prototipo SolarMetal 1: generación de vapor _____	81
4.1.2. Prototipo SolarMetal 2: generación de agua caliente para procesos _____	82

4.2. Conclusiones en temática Bioeconomía _____	82
4.2.1. Prototipo Bioeconomía 1: secado térmico de la fracción sólida del digestato _____	82
4.2.2. Prototipo Bioeconomía 2: tratamiento de residuos agroganaderos para aprovechamiento energético _____	83
4.3. Conclusiones en temática Edificación Sostenible y Movilidad _____	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Socios intervinientes en la Acción 1.3 _____	13
Tabla 2. Datos generales para la ficha de estudios energéticos SolarMetal _____	15
Tabla 3. Datos de contacto para la ficha de estudios energéticos SolarMetal _____	16
Tabla 4. Datos de producción para la ficha de estudios energéticos SolarMetal _____	16
Tabla 5. Datos de procesos de producción para la ficha de estudios energéticos SolarMetal _____	18
Tabla 6. Datos de análisis energético para la ficha de estudios energéticos SolarMetal _____	19
Tabla 7. Datos de tratamiento de aguas para la ficha de estudios energéticos Bioeconomía _____	20
Tabla 8. Datos de uso para la ficha de estudios energéticos Edif. Sostenible y Movilidad _____	22
Tabla 9. Datos de iluminación para la ficha de estudios energéticos Edif. Sostenible y Movilidad _____	23
Tabla 10. Valoración de los criterios de análisis de la temática SolarMetal (vapor) _____	28
Tabla 11. Valoración de los criterios de análisis de la temática SolarMetal (agua caliente) _____	29
Tabla 12. Ejemplos de prototipos de las temáticas IDERCEXA _____	31
Tabla 13. Evaluación de sectores industriales en la temática SolarMetal (vapor) _____	47
Tabla 14. Evaluación de sectores industriales en temática SolarMetal (agua caliente) _____	52
Tabla 15. Potencial de energía primaria de biogás de lodos de EDAR urbanas _____	56
Tabla 16. Explotaciones ganaderas en Extremadura _____	59
Tabla 17. Explotaciones ganaderas en España _____	60
Tabla 18. Comparativa entre Extremadura y España _____	60
Tabla 19. Estimación de los potenciales accesibles de biogás (ktep/año) de deyecciones ganaderas _____	61
Tabla 20. Edificaciones susceptibles para protección solar fotovoltaica orientable _____	67
Tabla 21. Edificaciones susceptibles para sistema de orientación automático _____	69
Tabla 22. Edificaciones susceptibles para sistema de carga fotovoltaica de vehículos _____	70
Tabla 23. Edificaciones susceptibles para sistema de optimización de consumo de biomasa _____	72
Tabla 24. Edificaciones susceptibles para sistemas de optimización y control de consumo eléctrico _____	74
Tabla 25. Edificaciones susceptibles de recibir la tecnología IDERCEXA _____	75
Tabla 26. Edificaciones susceptibles de recibir la tecnología IDERCEXA _____	76
Tabla 27. Edificaciones susceptibles de recibir la tecnología IDERCEXA _____	78
Tabla 28. Aplicabilidad para los prototipos de Edificación Sostenible y Movilidad (1) _____	79
Tabla 29. Aplicabilidad para los prototipos de Edificación Sostenible y Movilidad (2) _____	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de prototipos de la temática SolarMetal	8
Figura 2. Ejemplos de prototipos de la temática Bioeconomía	9
Figura 3. Ejemplos de prototipos de la temática Edificación Sostenible y Movilidad	10
Figura 4. Planning general de desarrollo del Proyecto IDERCEXA	11
Figura 5. Fuentes de información para la selección de industrias y/o usuarios	24
Figura 6. Esquema de procedimiento para la realización de los estudios energéticos	25
Figura 7. Procedimiento de análisis de la temática SolarMetal	26
Figura 8. Criterios utilizados para el análisis de la temática SolarMetal	27
Figura 9. Procedimiento de análisis de la temática Bioeconomía	29
Figura 10. Criterios utilizados para el análisis de la temática Bioeconomía	30
Figura 11. Esquema de trabajo en Edificación Sostenible y Movilidad	31
Figura 12. Estudios energéticos realizados a nivel de socios	33
Figura 13. Estudios energéticos realizados a nivel de país	34
Figura 14. Distribución sectorial de los estudios energéticos	34
Figura 15. Estudios energéticos en función de las temáticas IDERCEXA	36
Figura 16. Localización de industrias y/o usuarios en la zona EUROACE	36
Figura 17. Localización de industrias y/o usuarios relacionados con la temática SolarMetal	37
Figura 18. Localización de industrias y/o usuarios relacionados con la temática Bioeconomía	37
Figura 19. Localización de industrias y/o usuarios relacionados con Edif. Sostenible y Movilidad	38
Figura 20. Esquema de funcionamiento de prototipo solar de generación de vapor	39
Figura 21. Tipos de integración de la instalación	39
Figura 22. Presiones máximas (SolarMetal, vapor)	40
Figura 23. Peso específico de la energía térmica (SolarMetal, vapor)	42
Figura 24. Estacionalidad (SolarMetal, vapor)	43
Figura 25. Solsticios de verano e invierno en el Oeste de España	45
Figura 26. Solsticios de verano e invierno en el Centro de Portugal	45
Figura 27. Horarios de funcionamiento (SolarMetal, vapor)	45
Figura 28. Peso específico de la energía térmica (SolarMetal, agua caliente)	48
Figura 29. Estacionalidad (SolarMetal, agua caliente)	49
Figura 30. Horarios de funcionamiento (SolarMetal, agua caliente)	50

Figura 31. Esquema de funcionamiento del prototipo de la temática Bioeconomía 1	53
Figura 32. Volumen de agua tratada anualmente en EDAR analizadas	54
Figura 33. Proceso estándar de depuración de aguas residuales	54
Figura 34. EDAR en la zona EUROACE con biodigestor anaerobio	55
Figura 35. Peso específico de la energía térmica en los costes energéticos (Bioeconomía 2)	58
Figura 36. Torre Caja Badajoz, en Badajoz	62
Figura 37. Parking de la Hispanidad, en Cáceres	63
Figura 38. Centro Comercial Évora Plaza	64
Figura 39. Instituto Politécnico de Beja	64
Figura 40. Hospital de Mérida	65
Figura 41. Pabellón polideportivo, en Plasencia	65
Figura 42. Hotel Ibis, en Leiria	66
Figura 43. Edificio Matisse, en Cáceres	66
Figura 44. Tipologías de uso de las edificaciones según el CTE	66
Figura 45. Sistema de protección solar fotovoltaica orientable	67
Figura 46. Lamas orientables	68
Figura 47. Sistema de orientación automático para cubierta solar fotovoltaica	68
Figura 48. Sistema de código abierto para carga fotovoltaica de vehículos	69
Figura 49. Sistema de carga fotovoltaico instalado en aparcamiento privado	71
Figura 50. Supercargador de Tesla	71
Figura 51. Sistema de optimización de consumo de caldera de biomasa	72
Figura 52. Balance económico de la biomasa en España en un escenario posibilista (2017-2021)	73
Figura 53. Sistema de optimización y control de consumo eléctrico de edificios terciarios	73
Figura 54. Sistema de refrigeración autónomo mediante enfriamiento evaporativo	75
Figura 55. Sistema inteligente de chimenea solar con alimentación fotovoltaica	76
Figura 56. Funcionamiento de chimenea solar	77
Figura 57. Sistema inteligente de control de sistemas de geotermia tierra-aire	78

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El Programa INTERREG V-A España-Portugal (POCTEP) 2014-2020 es resultado del éxito que ha supuesto desde 1989 la cooperación transfronteriza entre ambos países para contribuir al desarrollo de los territorios rayanos y a la mejora de la calidad de vida de la población residente en la zona fronteriza hispano-lusa.

Como consecuencia de este programa nace el Proyecto IDERCEXA: Investigación, Desarrollo y Energías Renovables para la mejora del tejido empresarial en Centro, Extremadura y Alentejo.

1.1.1. Descripción del proyecto IDERCEXA

IDERCEXA tiene por objetivo impulsar el fomento de la I+D+i en sectores empresariales de fuerte presencia en la zona EUROACE, tales como el metalmecánico o el electrotécnico, a través de la colaboración con Centros de Investigación.

Así, se promueve la introducción de nuevos desarrollos tecnológicos que pertenezcan a sectores clave que hayan sido identificados en las RIS (Regional Innovation Scheme) de cada región y que incrementen la competitividad internacional de las empresas EUROACE, mejorando la participación del tejido empresarial metalmecánico y electrotécnico en actividades de I+D+i cercanas al mercado.

Las temáticas energéticas innovadoras que aborda el proyecto IDERCEXA son las siguientes:

- A. SolarMetal.** Tecnologías de generación de agua/vapor (entre 80-200 °C) a partir de sistemas innovadores de aprovechamiento de energía solar térmica de media temperatura. Se trata de una tecnología con gran potencial de aplicación en agroindustrias y que aún no ha sido explotada. La Figura 1 muestra ejemplos representativos de esta temática.



Figura 1. Ejemplos de prototipos de la temática SolarMetal

- B. Bioeconomía.** Tecnologías de aprovechamiento de residuos de biomasa, distinguiéndose dos opciones:

B1. Sólidos provenientes de la dehesa de EUROACE. Esta tecnología está motivada por la inexistencia de maquinaria comercial para su recogida y/o aprovechamiento de una manera eficiente. Entre las posibles actuaciones, cabe citar las siguientes:

- Adaptaciones innovadoras de la maquinaria comercial para la recolección de estos residuos.
- Mejoras de la eficiencia de las técnicas tradicionales en la transformación del corcho.
- Biorrefinerías y reconversión hacia biomateriales en la construcción, etc.

B2. Líquidos: dado que actualmente no existe una solución efectiva a estos residuos, se pretende convertirlos en recursos mediante tecnologías innovadoras de biodigestión, concentración de lodos, compostaje.

La Figura 2 muestra ejemplos representativos de esta temática.



Figura 2. Ejemplos de prototipos de la temática Bioeconomía

C. Edificación sostenible y movilidad. Se trata de tecnologías que han demostrado una alta eficiencia a nivel teórico y experimental, pero que aún no han sido aplicadas, como las citadas a continuación:

C1. Aquellas destinadas a la mejora del comportamiento energético de grandes edificios, a la mejora de eficiencia de los sistemas de consumo de energía, incorporación de EERR, etc.

C2. Movilidad. Tecnologías innovadoras que permitan un transporte libre de CO₂, como puede ser las que desarrollan aplicaciones telemáticas, movilidad eléctrica, peatonal y ciclista, etc.

La Figura 3 muestra ejemplos representativos de esta temática.



Figura 3. Ejemplos de prototipos de la temática Edificación Sostenible y Movilidad

Los principales resultados de IDERCEXA serán los siguientes:

- Crear una estructura clave de apoyo a la innovación que permita activar la cooperación entre centros de investigación y empresas EUROACE, promoviendo el desarrollo, diseño y fabricación de nuevos productos/servicios de empresas de la EUROACE, basados en tecnologías energéticas innovadoras.
- Identificar, cuantificar y poner en valor las capacidades de I+D+i en tecnologías energéticas innovadoras que poseen los Centros de Investigación de la zona de la región EUROACE.
- Aumentar el número de empresas que cooperan con centros de investigación en el proceso de comercialización y patentado de nuevos productos/servicios basados en tecnologías energéticas innovadoras.

Para lograr tales resultados, este proyecto se divide en dos actividades:

- Actividad 1: Determinación del potencial de I+D+i en energía de la EUROACE. Esta actividad, está subdividida en las siguientes acciones:
 - Acción 1.1: Capitalización y sinergias.
 - Acción 1.2: Capacidad de I+D+i en energía de los centros de investigación y del tejido empresarial. Esta acción engloba las tareas:
 - 1.2.1 Catálogo de capacidades de I+D+i.
 - 1.2.2 Estudio Sectorial Transfronterizo.
 - **Acción 1.3: Estudio sectorial de potencial de aplicación de nuevos productos y servicios energéticos de IDERCEXA.** Esta es la acción que se desarrolla en el presente documento.
- Actividad 2: Programa de asesoramiento IDERCEXA.

Con el fin de responder a las especificidades propias de las distintas realidades territoriales del espacio fronterizo hispano-luso, se ha optado por agrupar y articular la cooperación en estos territorios a través de 5 áreas transfronterizas, donde el proyecto IDERCEXA se encuentra en el **Área de Cooperación 4: Centro-Extremadura-Alentejo**.

A su vez, y tras un proceso de reflexión entre las autoridades nacionales y regionales implicadas en la cooperación transfronteriza, la cooperación entre España y Portugal fue estructurada de acuerdo con ejes prioritarios de intervención y objetivos temáticos. El proyecto IDERCEXA se encuentra enmarcado en el **Eje Prioritario 1: Crecimiento inteligente a través de una cooperación transfronteriza para el impulso de la innovación**.

En el marco de los ejes prioritarios establecidos se han definido una serie de objetivos temáticos, de los cuales al proyecto IDERCEXA se le atribuye el **Objetivo Temático 1: Potenciar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación**.

1.1.2. Planning y estado de realización previo a la Acción 1.3

La organización del proyecto IDERCEXA se gestiona según el siguiente organigrama, representado en la Figura 4.



Figura 4. Planning general de desarrollo del Proyecto IDERCEXA

Previo a la consecución de la presente acción, el proyecto se ha ido desarrollando siguiendo el orden establecido.

- **Acción 1.1 Capitalización y sinergias.** El objetivo que perseguía esta acción consistía en un análisis de los proyectos e iniciativas locales, nacionales y europeas que se están llevando a cabo en la definición de políticas de I+D+i.

Así, se buscaba identificar buenas prácticas sobre cooperaciones de Centros de I+D+i y empresas, sobre nuevos productos y servicios en las temáticas IDERCEXA, o sobre polos de competitividad de empresas metalmeccánica y electrotécnicas en la zona EUROACE.

Finalmente, el resultado de esta acción se recogió en un Informe de capitalización y Sinergias con 102 buenas prácticas distribuidas entre nuevos productos, proceso y servicios en el que han intervenido todos los socios del proyecto.

- **Acción 1.2 Capacidad de I+D+i en energía de los centros de investigación y del tejido empresarial.** Esta acción ha recogido las siguientes tareas:

- **Tarea 1.2.1 Catálogo de capacidades de I+D+i.** El principal objetivo de esta tarea consistía en una identificación de las capacidades de I+D existentes para dar apoyo a las empresas de IDERCEXA, al mismo tiempo que se obtenía un documento útil, manejable y con alta capacidad de difusión.

Para ello, los socios participantes en esta tarea debían determinar los principales centros de investigación de EUROACE con líneas de I+D en energía aplicadas a las tecnologías innovadoras agrupadas en las temáticas de IDERCEXA.

Finalmente, el resultado de esta acción se recoge en un Catálogo de capacidades de I+D+i conformado por fichas de 50 centros de investigación/departamentos, las cuales determinan el potencial de los mismos en relación a las temáticas del proyecto.

- **Tarea 1.2.2 Estudio Sectorial Transfronterizo de capacidades de I+D+i empresarial en productos y servicios energéticos.** Se trata de una tarea encabezada por los socios del sector empresarial con los que cuenta IDERCEXA, donde se analizaba el interés y capacidad de las empresas para la aplicación de la I+D+i a sus procesos productivos y/o servicios.

El método empleado por los socios participantes en esta tarea ha sido la realización de cuestionarios y entrevistas a 400 empresas (300 en España y 100 en Portugal).

1.1.3. Descripción de la Acción 1.3

La Acción 1.3, denominada “Estudio sectorial de potencial de aplicación de nuevos productos y servicios energéticos de IDERCEXA”, se estructuró de la siguiente manera:

1. Los socios IDERCEXA debían contactar y visitar diferentes industrias/usuarios de la zona EUROACE con consumos intensivos o significativos en energía, para analizar sus procesos productivos, flujos, consumos energéticos, regímenes de funcionamiento, etc. A través del análisis, los socios debían proponer mejoras del rendimiento, eficiencia energética y/o ahorro de consumos mediante la posible incorporación de equipos (prototipos) que desarrollasen las tecnologías innovadoras IDERCEXA.
2. Se estableció como objetivo inicial la realización de 49 estudios o auditorías simplificadas de industrias y/o usuarios, 39 en España y 10 en Portugal. Las industrias y/o usuarios objeto de análisis debían ser las más representativas en sus correspondientes sectores — de modo que el análisis se pudiese extrapolar a toda la zona EUROACE—, si bien su selección también debía orientarse hacia la futura instalación de los prototipos de las tecnologías IDERCEXA.
3. Finalmente, se ha generado el presente informe de Estudio Sectorial de la EUROACE sobre **potencial de aplicación de los nuevos productos y servicios IDERCEXA**, que incluye los análisis realizados por los socios y las principales conclusiones extraídas de los mismos.

1.2. Objeto de la Acción 1.3

El objetivo del presente Estudio sectorial no es otro que la realización de un análisis para determinar aquellos sectores industriales que presenten un mayor potencial de mejora del rendimiento o ahorro de consumos, los cuales serán seleccionados como candidatos para instalar los prototipos que se fabricarán en la Actividad 2.

Para la selección de las industrias candidatas a acoger dichos prototipos, este estudio pretende, en un primer análisis, indicar cuáles pueden ser los sectores industriales con mejores escenarios para acoger las tecnologías. Será necesario, por tanto, un posterior análisis en detalle para seleccionar aquellas industrias y/o usuarios que finalmente reúnan los requisitos necesarios para cumplir los objetivos determinados en la Actividad 2.

De la misma forma, la ejecución de esta acción trae consigo la identificación de un grupo bien definido de potenciales clientes para los nuevos productos y servicios que las empresas van a desarrollar en el Programa IDERCEXA.

1.3. Socios intervinientes en la Acción 1.3

A pesar de que el proyecto IDERCEXA está compuesto por 17 socios, distribuidos a lo largo de la región EUROACE —Alentejo, Região Centro y Extremadura—, en esta acción sólo han tomado parte 10 de ellos, los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Socios intervinientes en la Acción 1.3

SOCIO	LOCALIZACIÓN	LOGO
Consortio para la Gestión de Servicios Medioambientales de la Provincia de Badajoz (PROMEDIO)	EXTREMADURA	
Centro Tecnológico da Industria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos (CENTIMFE)	REGIÃO CENTRO	
Centro de investigaciones Científicas y Tecnológicas (CICYTEX)	EXTREMADURA	
Instituto Politécnico de Portalegre (IPPORTALEGRE)	ALENTEJO	
Universidade de Évora (UEVORA)	ALENTEJO	

Universidad de Extremadura (UNEX)	EXTREMADURA	
Associação Empresarial da Região de Santarém (NERSANT)	ALENTEJO	
Núcleo Empresarial da Região de Évora (NERE)	ALENTEJO	
Asociación Clúster de la Energía de Extremadura (CLUSTEREX)	EXTREMADURA	
Instituto Politécnico de Beja (IPBEJA)	ALENTEJO	

1.4. Estructura del Informe de la Acción 1.3

El presente Informe se ha estructurado en dos partes diferenciadas. La primera de ellas, el informe como tal, contiene un análisis detallado de la metodología seguida durante la ejecución de la acción, así como los principales resultados obtenidos sobre el potencial de aplicabilidad de las tecnologías IDERCEXA en la zona EUROACE. Dicho análisis se fundamenta en una serie de criterios y parámetros definidos para cada una de las temáticas del Proyecto (SolarMetal, Bioeconomía y Edificación Sostenible y Movilidad), y concluye con una serie de conclusiones generales que resumen la información extraída.

En segundo lugar, se ha elaborado un documento Anexo que contiene la totalidad de los estudios energéticos realizados a las industrias y/o usuarios, ordenadas para cada socio interviniente.

El objetivo que persigue esta separación del Informe es dotar a la primera de contenidos meramente a nivel de sector industrial, preservando información de carácter privado de las industrias y/o usuarios. De este modo, se evita la difusión de aquellos datos de los que no se disponga autorización expresa para su publicación.

2. ESTUDIO SECTORIAL DE POTENCIAL DE APLICACIÓN: METODOLOGÍA

2.1. Elaboración de ficha de toma de datos para estudio sectorial de potencial energético

Con objeto de facilitar el análisis de los estudios de potencial energético, así como la posterior interpretación de los resultados, se realizó el diseño de un modelo de ficha que recogiera de forma sencilla e intuitiva los datos más relevantes de las industrias auditadas. Dicha ficha fue diferenciada para cada temática, constando de un cuerpo de campos comunes y otros específicos de cada temática.

2.1.1. Ficha para la tecnología SolarMetal

En este apartado se muestra la ficha que los socios intervinientes en la acción han empleado para tomar los datos relativos al estudio energético de las industrias y/o usuarios.

El grupo ENERMYT de la Universidad de Extremadura realizó una propuesta con un borrador de ficha para la toma de datos, la cual fue llevada a consenso con el resto de socios.

Seguidamente, se determinó el modelo definitivo de la ficha, con el que los socios han trabajado a lo largo de toda la Acción 1.3.

El modelo resultante está dotado con un carácter de mínimos, esto es, recoge los datos necesarios para la realización de los estudios energéticos. No obstante, se trata de un modelo abierto para que los socios que así lo necesitasen pudieran ajustarlo a su estudio particular.

En la Tabla 2 se muestra la ficha que recoge la información necesaria de cada una de las empresas que han participado en este estudio sectorial de potencial de aplicación de nuevos productos y servicios energéticos, y que posee los siguientes apartados:

Tabla 2. Datos generales para la ficha de estudios energéticos SolarMetal

DATOS GENERALES	
Nombre de la empresa	
Domicilio fiscal	
Grupo empresarial	
Dirección	
Actividad	
Descripción	

En la parte superior de la ficha del estudio sectorial se recogen una serie de datos generales que permitirán al usuario conocer el grupo empresarial objeto de la visita técnica, constando de los siguientes campos:

- **Nombre de la empresa:** nombre de la empresa que se ha prestado a participar en el estudio sectorial de potencial, permitiendo realizar una visita técnica a sus instalaciones para conocer el proceso productivo.
- **Domicilio fiscal:** lugar donde esté centralizada la gestión administrativa y la dirección de actividades de la empresa.

- **Grupo empresarial:** información acerca de si la empresa forma parte de un grupo empresarial mayor.
- **Dirección:** ubicación física donde la empresa desarrolla y gestiona su actividad dentro del territorio.
- **Descripción:** información adicional acerca de la empresa, que pudiera ser relevante de cara a aclarar posibles dudas con los campos anteriores.

Asimismo, para facilitar la comunicación con la entidad empresarial, la ficha de estudio sectorial incluye los campos para el contacto que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos de contacto para la ficha de estudios energéticos SolarMetal

DATOS DE CONTACTO	
Nombre / ocupación	
Teléfono / email	

- **Nombre / ocupación:** nombre de la persona de contacto y su ocupación en la empresa.
- **Teléfono / email:** teléfono de contacto y dirección de correo electrónico perteneciente a la persona de contacto del campo anterior.

Una vez identificada la empresa receptora de la visita técnica, la ficha se centra en determinar los datos de producción de la industria más relevantes, relacionados con el estudio sectorial de potencial energético, tal y como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Datos de producción para la ficha de estudios energéticos SolarMetal

DATOS DE PRODUCCIÓN			
Edificios y superficie			
Número de empleados			
Régimen de funcionamiento	horas/día	días/semana	días/año
Horario de funcionamiento			
Capacidad mensual/anual			
Materias primas			
Productos			
Residuos			
Tecnologías renovables instaladas			

En la parte media de la ficha del estudio sectorial se recogen una serie de datos generales que permitirán al usuario conocer los datos de producción de la empresa analizada, constando de los siguientes campos:

- **Edificios y superficie:** número y superficie de edificios y naves industriales que componen el conjunto de la explotación. También se indica la superficie de la parcela donde se encuentra ubicada la industria. Resulta conveniente que este campo sea cumplimentado de forma numérica, para que quede constancia de la proporción que ocupa la zona construida de la del

resto de la parcela, con objeto de una posible instalación de alguno de los prototipos de innovación IDERCEXA.

- **Número de empleados:** número total de personas que trabajan en la empresa. Este campo, junto con el campo de “*Edificios y superficie*”, puede dar una información aproximada a cerca del grado de automatización disponible en la empresa.
- **Régimen de funcionamiento y horario de funcionamiento:** horario de trabajo de la empresa. Es interesante diferenciar en este campo si hay distintos horarios de trabajo cuando existe una actividad productiva diferenciada a lo largo del año, para así generar información relevante en aspectos de funcionalidad de prototipos innovadores IDERCEXA de energías renovables que funcionen con captación solar.
- **Capacidad mensual/anual:** volumen de producción mensual y anual de la empresa, para dar información de su magnitud y potencial productivo.
- **Materias primas:** tipologías de materias primas utilizadas en el proceso productivo. Esta información resultará interesante para realizar comparaciones energéticas entre empresas de sectores productivos similares, que empleen materias primas afines.
- **Productos:** tipología de productos finales generados a través del proceso productivo, información que se justifica de la misma forma que el punto anterior.
- **Residuos:** generación o no de residuos a lo largo del proceso productivo. Esta información es relevante para estudiar la viabilidad de la utilización de los mismos como combustible para prototipos innovadores IDERCEXA de generación de energía mediante biomasa.
- **Tecnologías renovables instaladas:** debe indicarse si la empresa a estudiar cuenta con fuentes de energías renovables de apoyo o autoconsumo paralelas a las tradicionales de combustibles fósiles, proporcionando de este modo información relevante sobre la política de la empresa y el grado de compromiso con las energías limpias y el I+D+i.

Una vez abordados los principales aspectos del proceso productivo de la industria susceptible de estudio, seguidamente se describe otra sección de la ficha de estudio sectorial de potencial energético, que corresponde a los datos energéticos del propio proceso productivo, entrando en detalles más específicos de consumos energéticos y tipo de maquinaria utilizada en este, tal y como se puede observar en la Tabla 5.

Tabla 5. Datos de procesos de producción para la ficha de estudios energéticos SolarMetal

PROCESOS DE PRODUCCIÓN			
Diagrama de procesos y aporte energético			
Potencia eléctrica instalada (kW)			
Tarifa contratada			
Generadores térmicos	Potencia (kW)	Prod. (kg/h)	Usos
Eq. 1 (marca, modelo, año, combustible)	Presión(bar)	Tª de trabajo(°C)	Otros parámetros
Generadores térmicos	Potencia (kW)	Prod. (kg/h)	Usos
Eq. 2 (marca, modelo, año, combustible)	Presión(bar)	Tª de trabajo(°C)	Otros parámetros
Generadores térmicos	Potencia (kW)	Prod. (kg/h)	Usos
Eq. 3 (marca, modelo, año, combustible)	Presión(bar)	Tª de trabajo(°C)	Otros parámetros

- Diagrama de procesos y aporte energético:** el objetivo de este campo es el de estructurar de forma ordenada todas las operaciones que constituyen el proceso productivo de la empresa a estudiar, desde el inicio y pasando por todas sus etapas hasta la obtención del producto final. Dentro del diagrama, es relevante señalar cuáles son aquellas etapas donde se produce un consumo de cualquier tipo de energía. El diagrama de procesos puede requerir la utilización de un mayor espacio que el destinado a este campo, por lo que puede emplearse un documento anexo a esta ficha para su detalle.
- Potencia eléctrica instalada (kW):** debe indicarse la potencia eléctrica instalada para abastecer la demanda energética de todos los dispositivos eléctricos que integran el proceso productivo de la planta. Se trata de información relevante para establecer comparativas entre consumos eléctricos y térmicos.
- Tarifa contratada:** debe indicarse la tarifa eléctrica contratada por la empresa, con la intención de detectar e informar, si procede, sobre tarifas sobredimensionadas con respecto al consumo eléctrico en la planta.

- **Generadores térmicos:** se trata de uno de los campos más relevantes de la ficha de estudio sectorial de potencial energético. En él deben indicarse cuáles son los equipos productores de energía térmica de la planta a estudiar, los cuales darán información importante acerca de los consumos térmicos y las condiciones de trabajo que imperan en el proceso productivo. Para cada generador térmico deben indicarse los siguientes datos: marca del equipo, modelo, año, tipo de combustible que utiliza, potencia (kW), producción de ACS o vapor (kg/h), usos del equipo dentro del proceso productivo, presión (bar), temperatura de trabajo (°C), así como otros parámetros que puedan resultar interesantes para el estudio.

Una vez presentada la parte correspondiente a procesos de producción, la última parte de la ficha se destina al análisis energético global de la industria. Así, la Tabla 6 consta de los siguientes campos, organizados por consumos diarios, mensuales y anuales.

Tabla 6. Datos de análisis energético para la ficha de estudios energéticos SolarMetal

ANÁLISIS ENERGÉTICO			
	Diario	Mensual	Anual
Consumo de energía eléctrica (kWh)			
Importe del consumo de EE (€)			
Consumo de energía eléctrica reactiva (kVArh)			
Importe del consumo de ER (€)			
Coste medio del kWh eléctrico (€/kWh)			
Consumo de energía térmica (kWh)			
Importe del consumo térmico (€)			
Coste medio del kWh térmico (€/kWh)			
Producción propia			
Otras fuentes de suministro eléctrico			

- **Consumo de energía eléctrica (kWh):** debe indicarse el consumo de energía eléctrica total de las instalaciones, que puede ser generada por la red eléctrica, por generadores que consumen combustibles fósiles o por energías renovables ya instaladas. Se trata de un dato de interés para los estudios energéticos de comparación entre consumos térmicos y eléctricos, que puede ser relevante para conocer las necesidades energéticas y la susceptibilidad para albergar uno de los prototipos de tecnologías innovadoras IDERCEXA.
- **Importe del consumo de EE (€):** debe indicarse el gasto económico de la industria referente al consumo de energía eléctrica. Se trata de un dato de interés para establecer comparaciones con respecto al gasto en energía térmica, siempre en función de los precios de la electricidad y de los combustibles fósiles.
- **Consumo de energía reactiva (kVArh):** dado que la compañía eléctrica penaliza la energía reactiva a partir de un cierto valor, puede ser interesante conocer este dato para recomendar a la empresa, en caso de que ésta supere el máximo, la instalación de baterías de condensadores.
- **Importe del consumo de ER (€):** debe indicarse para saber si la compañía eléctrica está penalizando a la empresa por el consumo de energía reactiva.

- **Coste medio del kWh eléctrico (€/kWh):** campo para conocer el coste que supone cada kWh eléctrico.
- **Consumo de energía térmica (kWh):** campo para detallar el consumo de energía térmica total de las instalaciones, que puede ser generada por distintos combustibles fósiles o en por energías renovables ya instaladas.
- **Importe del consumo térmico (€):** debe indicarse el gasto económico de la planta referente al consumo de energía térmica. Se trata de un dato de interés para establecer comparaciones con respecto al gasto en energía eléctrica, siempre en función de los precios de la electricidad y de los combustibles fósiles.
- **Coste medio del kWh térmico (€/kWh):** debe indicarse el coste que supone cada kWh térmico.
- **Producción propia:** campo para puntualizar si la empresa está dotada de un sistema de generación de energía térmica o eléctrica para autoconsumo, ya sea de tipo renovable o de combustible fósil.
- **Otras fuentes de suministro eléctrico:** debe indicarse la existencia de sistemas alternativos a los convencionales para consumo eléctrico en la empresa.

Finalmente, y una vez presentadas las secciones principales que constituyen la ficha de estudio sectorial de potencial energético, se habilitó un último campo para que el técnico que realiza el informe valorase las posibilidades reales que existen en la empresa para albergar la instalación de un prototipo de innovación IDERCEXA, basada en unos criterios que serán detallados en los siguientes apartados del presente documento.

2.1.2. Ficha para la tecnología Bioeconomía

En este subapartado solo aparecen los campos de la ficha que son específicos para la temática, puesto que los campos comunes ya se mostraron en el subapartado 2.1.1.

En virtud de que todas las industrias auditadas en la temática de Bioeconomía han sido EDAR (Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales), se ha confeccionado la parte específica de la ficha para este tipo de instalación, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Datos de tratamiento de aguas para la ficha de estudios energéticos Bioeconomía

DATOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS	
Edificios y superficie	
Número de empleados	
Volumen de tratamiento (mensual/anual)	
% agua residual urbana / residual industrial	
Productos auxiliares	
Residuos sólidos	
Tecnologías renovables instaladas	

Dicha tabla consta de los siguientes campos:

- **Edificios y superficie:** su objetivo es identificar cómo está constituida la planta, contabilizando el número de edificaciones y la superficie de la parcela donde se halla.

- **Número de empleados:** debe indicarse el número total de personas que trabajan en la planta. Este campo, junto con el campo de “*Edificios y superficie*”, puede dar una información aproximada acerca del grado de automatización disponible en la planta.
- **Volumen de tratamiento:** se trata de información relevante sobre la cantidad de agua residual que procesa la planta, siendo éste un campo que permite diferenciar la magnitud entre unas plantas y otras.
- **% agua residual urbana / industrial:** el objetivo de dicho campo es determinar el tipo de agua que se procesa en la planta, contemplándose todas las casuísticas posibles (agua residual de origen urbano, de origen industrial o mixto).
- **Productos auxiliares:** campo para indicar si la planta realiza tratamientos de otro tipo de residuos, distintos de las aguas residuales urbanas o industriales.
- **Residuos sólidos:** campo para indicar si la planta obtiene del procesado de las aguas residuales subproductos orgánicos tales como fangos, susceptibles de servir como combustible para digestores anaeróbicos para la producción de biogás.
- **Tecnologías renovables instaladas:** debe indicarse si la planta a estudiar cuenta con fuentes de energías renovables de apoyo o autoconsumo paralelas a las tradicionales de combustibles fósiles, proporcionando de este modo información relevante sobre la política de la empresa y el grado de compromiso con las energías limpias y el I+D+i.

Una vez abordados los aspectos más importantes del proceso productivo de la industria objeto de estudio, se acomete otra sección de la ficha de estudio sectorial de potencial energético, que corresponde a los datos energéticos del propio proceso de tratado de residuos, entrando en detalles más específicos de consumos energéticos y tipo de maquinaria utilizada.

La descripción de estos campos es similar a la mostrada para la Tabla 5, correspondiente a la temática SolarMetal, cambiando únicamente la tipología de los equipos utilizados, en este caso específicos de los procesos de depuración y tratado de aguas residuales. De este modo, no se considera necesario mostrar de nuevo la tabla ni describir la finalidad de sus campos. Esta circunstancia es extrapolable a la parte de análisis energético (presentada en la Tabla 6).

2.1.3. Ficha para la tecnología Edificación Sostenible y Movilidad

Del mismo modo, en este subapartado solo aparecen aquellos campos específicos para la temática, siendo objeto de análisis aquellas industrias que no tenían consumos de vapor en sus procesos productivos —destinatarios de la tecnología SolarMetal—, así como edificios de administración pública, hospitales, etc.

Por ello, se ha elaborado un apartado específico de esta temática para llevar a cabo el registro de los datos de uso de las instalaciones visitadas, los cuales se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Datos de uso para la ficha de estudios energéticos Edif. Sostenible y Movilidad

DATOS DE USO			
Número de empleados / usuarios			
Descripción de tareas más habituales	Tarea	Descripción	
Régimen de funcionamiento	horas/día	días/semana	días/año
Horario de funcionamiento			
Superficie	m ² construidos	m ² útiles	m ² acondicionados
Volumen	m ³ construidos	m ³ útiles	m ³ acondicionados
Cerramientos exteriores (muros, techos y suelos)	Superficie (m ²)	Descripción	
Huecos y lucernarios	Superficie (m ²)	Descripción	

Dicha tabla consta de los siguientes campos:

- **Número de empleados / usuarios:** campo para indicar las personas que trabajan en la instalación, así como los usuarios que hacen uso de éstas, para medir aspectos como el consumo energético en función del número de personas.
- **Descripción de tareas más habituales:** campo enfocado a registrar cuáles son los usos habituales de la instalación objeto de estudio.
- **Régimen de funcionamiento y horario de funcionamiento:** debe indicarse el horario de trabajo de la instalación. Es interesante diferenciar en este campo si hay distintos horarios de trabajo cuando existe una actividad productiva diferenciada a lo largo del año, para así generar información relevante en aspectos de funcionalidad de prototipos innovadores IDERCEXA de energías renovables que funcionen con captación solar.
- **Superficie:** campo para especificar las dimensiones de las instalaciones, diferenciando la parte construida de la útil y la acondicionada.
- **Volumen:** campo para especificar la capacidad de los habitáculos que se consideren necesarios, con el objetivo de determinar a posteriori consumos energéticos debidos a, por ejemplo, sistemas de climatización en dichas dependencias.

- **Cerramientos exteriores:** campo donde se indica las dimensiones de muros, techos y suelos que formen parte de las instalaciones objeto de estudio.
- **Huecos y lucernarios:** campo donde se indica las dimensiones de los huecos y lucernarios que formen parte de las instalaciones objeto de estudio.

A continuación, en la Tabla 9 se muestra otra parte de la ficha específica para la temática de Edificación sostenible y Movilidad, donde se detallan los datos lumínicos de las instalaciones.

Tabla 9. Datos de iluminación para la ficha de estudios energéticos Edif. Sostenible y Movilidad

ILUMINACIÓN			
	Tipo / ud	Potencia (W)	Uso / Energía (kWh)
Luminaria (incandescente, fluorescente, LEDS, etc.).			

Esta parte de la ficha solo consta de un único apartado:

- **Luminaria:** el objetivo de este campo es el de obtener información acerca de la iluminación que hay instalada en la industria y/o edificio, para poder determinar si su cantidad y potencia instalada es adecuada, o si posee o no una calificación energética adecuada. Por ello, resulta necesario indicar el tipo de luminaria (incandescente, fluorescente o LED), las unidades de cada una de ellas, la potencia y las horas de funcionamiento.

Al igual que ocurría en la temática Bioeconomía, para esta temática también se han utilizado las secciones de la ficha que se muestran en la Tabla 5 y Tabla 6, y que no se vuelven a indicar aquí debido a que los campos son similares para las tres temáticas.

Por otro lado, y si bien la citada ficha de toma de datos es una herramienta de la que se ha dotado a los socios intervinientes en esta actividad para la realización de los estudios energéticos, también es cierto que todos los socios han tenido libertad para hacer las modificaciones que considerasen oportunas e, incluso, adoptar otros sistemas y procedimientos más detallados que ayudasen, de este modo, a una mejor descripción de lo analizado en los estudios energéticos.

Ejemplo de la utilización de estos sistemas ha sido la aplicación de Calificación Energética Residencial Método Abreviado (CERMA). Esta aplicación informática está preparada para definir y calificar energéticamente a las edificaciones de uso residencial, lo cual supone una gran fuente de información que satisface plenamente las características buscadas en los informes energéticos planteados en el proyecto IDERCEXA.

2.2. Fuentes de información para la selección de empresas y/o usuarios

En el presente apartado se exponen cuáles han sido los criterios empleados para seleccionar las industrias y usuarios de la zona EUROACE con necesidades energéticas susceptibles de ser cubiertas por las tecnologías innovadoras IDERCEXA.

De este modo, para las tres temáticas se ha uniformado el uso de fuentes, tal y como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Fuentes de información para la selección de industrias y/o usuarios

- **Fuentes bibliográficas:** principalmente se han sido utilizado fuentes bibliográficas, como Directorios de Empresas, estudios sectoriales, etc., para tener una visión general de las distintas industrias y edificios existentes en la zona EUROACE, conociendo su localización y las características de su proceso productivo.
- **Organismos de Control Autorizado:** se ha contactado con dichos organismos para solicitar información acerca de las tipologías de industrias relacionadas con las distintas temáticas energéticas IDERCEXA. Dada la estrecha relación que existe entre OCAs e industrias (las primeras se encargan de realizar revisiones e inspecciones de todo tipo de instalaciones), se trata de una fuente de información bastante fidedigna.
- **Instaladores oficiales:** se han realizado consultas a instaladores de distinta índole, tales como instaladores de calderas, instaladores de gas, instaladores de media y baja tensión, etc. Dichos instaladores tienen un conocimiento de primera mano de los procesos productivos que se realizan en las industrias, ya que han llevado a cabo actividades profesionales en el entorno de éstas, proporcionando una información válida sobre múltiples aspectos.
- **Técnicos de la Dirección General de Industria, Energía y Minas (Consejería de Economía e Infraestructuras, Junta de Extremadura):** finalmente, se ha llevado a cabo la solicitud de información a los técnicos responsables del control y seguimiento normativo de las industrias en Extremadura.

2.3. Selección de industrias y/o usuarios

Una vez obtenida la información correspondiente al proceso productivo, en el caso de las industrias, o del usuario, en el caso de otro tipo de instalaciones —edificios de uso público, etc.—, se formalizó un documento donde se detallaban los candidatos susceptibles de visitar, dada la relación que guardan sus instalaciones con el objetivo del proyecto IDERCEXA, e intentando cubrir industrias y/o usuarios de todo el territorio EUROACE.

Realizado lo anterior, se llevó a cabo una puesta en común por parte de todos los socios para velar por la correcta selección de las industrias y/o usuarios, y evitar así duplicidades en dicha selección.

Comprobadas y validadas las industrias y/o usuarios, se reflejaron en un documento Excel, con la siguiente información:

- Socio encargado de la visita técnica.

- Nombre de la empresa o usuario.
- Actividad industrial o administrativa.
- Contacto del responsable de la instalación
- Temática principal IDERCEXA de la que forma parte.

2.4. Planning de actuación de los socios intervinientes en la Acción 1.3

En este apartado se justifica el procedimiento y criterios seguidos para realizar el análisis de las distintas industrias auditadas en función de la temática energética innovadora IDERCEXA a la que pertenecen.

El procedimiento que se ha realizado se ilustra en la Figura 6.

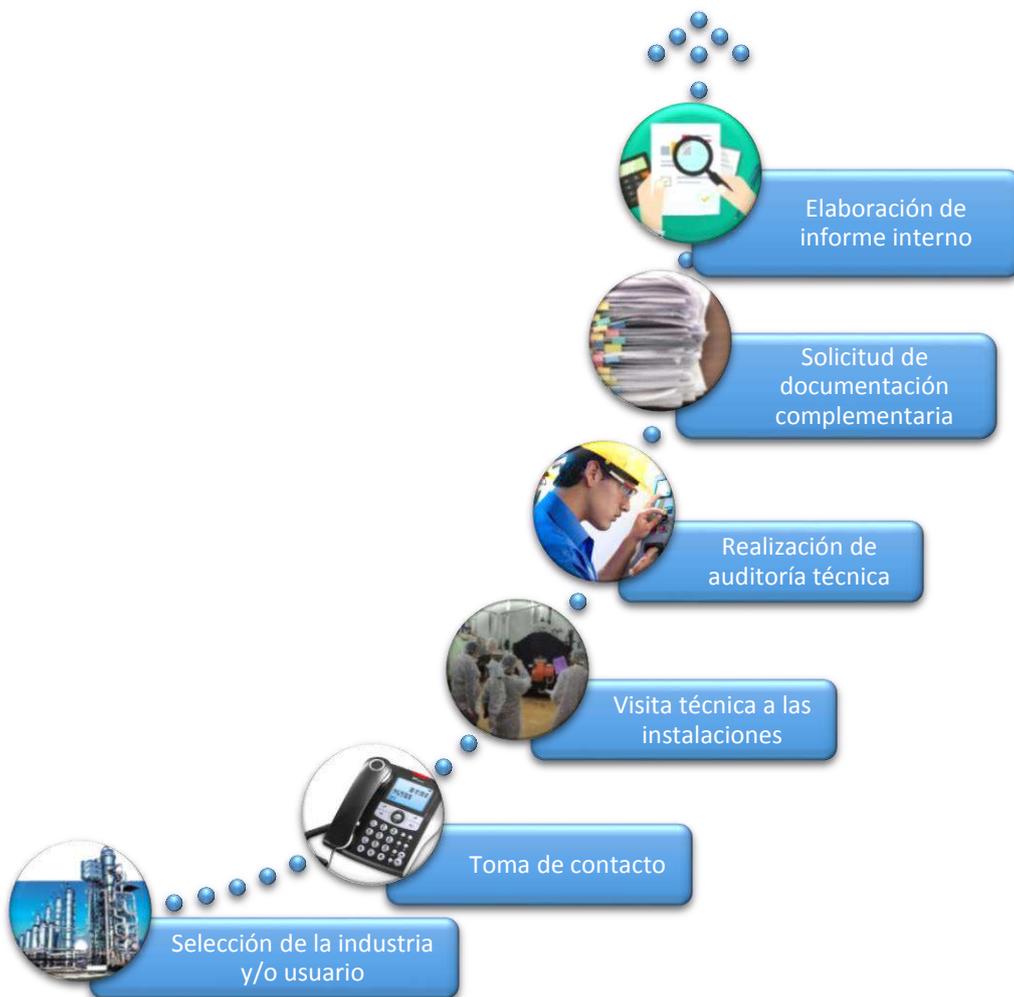


Figura 6. Esquema de procedimiento para la realización de los estudios energéticos

- **Selección de la industria y/o usuario:** a partir de la información obtenida según las fuentes de selección descritas en el subcapítulo anterior, se identificaron aquellas industrias y/o usuarios cuyos procesos productivos eran afines a las características de IDERCEXA.
- **Toma de contacto:** por cada industria o usuario, se identificó un teléfono y/o dirección de contacto directamente con el principal responsable de la organización, a quien se le

proporcionó una carta de presentación del Proyecto IDERCEXA y se le invitó a participar en el estudio sectorial de potencial energético.

- **Visita técnica a las instalaciones:** llegados a un acuerdo de realizar una visita técnica por parte del gerente de la industria o usuario y los socios responsables de la acción 1.3, se llevaron a cabo desplazamientos para visitar las instalaciones de cada una de las instalaciones auditadas.
- **Realización de auditorías técnicas:** una vez en las instalaciones, se llevó a cabo un recorrido guiado por el establecimiento, anotándose los datos más relevantes y cumplimentando la ficha de estudio sectorial de potencial energético.
- **Solicitud de documentación complementaria:** en aquellos casos en los que se consideró necesario, se solicitó al usuario cierta documentación complementaria para cubrir algunos campos de información no cumplimentados in situ, tales como planos, facturas de los suministros energéticos contratados, información de la parcela, catálogos, etc.
- **Elaboración de informe interno:** para elaborar el presente estudio, los socios encargados de la actividad 1.3 realizaron un informe a nivel interno de toda la información recabada de las instalaciones auditadas, para finalmente poder extraer las conclusiones más relevantes.

2.5. Definición de los criterios de análisis para cada temática IDERCEXA

Debido a la existencia de tres temáticas energéticas diferenciadas en el proyecto IDERCEXA (SolarMetal, Bioeconomía y Edificación Sostenible y Movilidad), se han adoptado criterios de análisis distintos para cada una de ellas, los cuales se exponen en los siguientes apartados.

2.5.1. Tecnología SolarMetal

La Figura 7 muestra gráficamente el planteamiento seguido durante el análisis de la temática SolarMetal.



Figura 7. Procedimiento de análisis de la temática SolarMetal

Tras la fase de coordinación entre socios, se determinaron los sectores a evaluar, realizando cada socio los correspondientes estudios energéticos para determinar las necesidades y parámetros más significativos de cada uno de los sectores evaluados.

Toda esa información se ha baremado para obtener una clasificación sectorial, que permitiera determinar cuáles son los sectores más adecuados para la implantación de tecnologías de temática SolarMetal.

Así, los criterios adoptados para el análisis de la tecnología SolarMetal se muestran en la Figura 8.

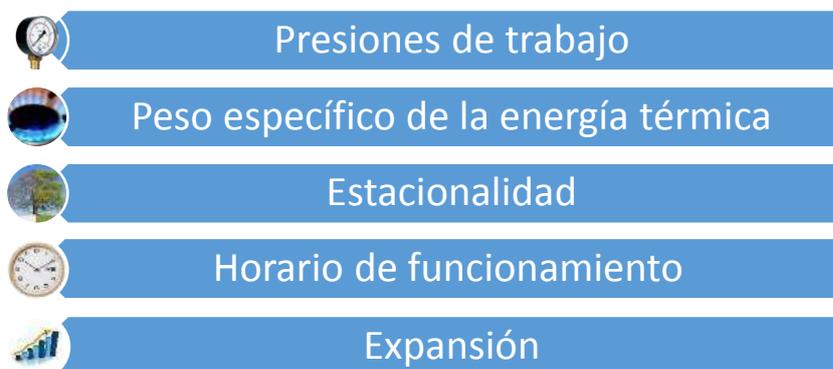


Figura 8. Criterios utilizados para el análisis de la temática SolarMetal

Estos criterios o argumentos han sido elegidos en base a justificar cuáles de los sectores auditados son más susceptibles de poder albergar un prototipo innovador de captación solar —para la producción de vapor o de agua caliente de proceso— que apoye a las actuales formas de generación de energía térmica en las industrias. En el caso de producción de vapor, se emplearon los 5 criterios, mientras que para la producción de agua caliente de proceso se prescindió del criterio denominado Presiones de trabajo.

A cada uno de estos criterios se les atribuyó un porcentaje, que supone el peso específico del citado criterio en la evaluación de los diferentes sectores. Finalmente, se elaboró una tabla resumen que muestra el resultado de la evaluación global de cada sector analizado. Para ello, se estableció una escala de valores comprendidos entre 1 y 5, siendo 1 la valoración de un criterio poco favorable para el sector en cuestión y 5 una valoración muy favorable.

- **Presiones de trabajo:** a la hora de determinar las condiciones de trabajo del prototipo de captación solar, es imprescindible establecer un rango de presiones que se adapten a las necesidades de presión de la mayoría de las industrias auditadas.
- **Peso específico de la energía térmica:** se considera importante favorecer a aquellas industrias cuya fracción de consumo de energía térmica sea mayor, ya que serán las más necesitadas de incluir dispositivos de generación térmica alternativos a los ya existentes en la planta productiva.
- **Estacionalidad:** la estacionalidad es uno de los aspectos más importantes debido a la necesidad de asegurar el máximo aprovechamiento del prototipo de captación de energía solar para producción de vapor. Es evidente que éste proporcionará una mayor generación de vapor o agua caliente en los meses del año de mayor radiación solar, si bien existen industrias cuyos procesos productivos estén intensificados solo en algunos periodos del año. Por tanto, el objetivo principal para un correcto aprovechamiento de la tecnología será instalar el prototipo en una industria cuya producción sea contante a lo largo del año o intensificada en

los meses de mayor radiación solar. Si una industria focaliza su producción en los meses de menor radiación, no se aprovechará el potencial disponible de la tecnología de innovación IDERCEXA.

- **Horario de funcionamiento:** el horario de funcionamiento en el que se desarrolla el proceso productivo es un factor determinante que permitirá comparar si el sector industrial en cuestión se encuentra alineado con las horas de luz solar. De esta forma, si una industria focaliza su producción en un intervalo de horas de menor luz solar, no se aprovechará el potencial disponible de la tecnología de innovación IDERCEXA.
- **Posibilidades de expansión:** este es un criterio que adquiere su importancia a medio/largo plazo. En el momento en el que se desarrollen las tecnologías propuestas en la temática SolarMetal, será interesante conocer cuáles son los sectores industriales donde podrían tener una mayor repercusión para dotarles de continuidad en el tiempo.

La Tabla 10 y Tabla 11 muestran los valores de escala empleados para cada uno de los criterios citados anteriormente.

Tabla 10. Valoración de los criterios de análisis de la temática SolarMetal (vapor)

	Presión de trabajo	Peso específico de energía térmica	Estacionalidad	Horario de funcionamiento	Posibilidades de expansión
1	más de 13 bar	0%-20%	Sin producción en verano	Fuera de horario solar	Sector exclusivo en EUROACE
2	entre 11 y 13 bar	21%-40%	Producción leve en verano	Parcial leve en horario solar	Sector poco representado en EUROACE
3	entre 9 y 11 bar	41%-60%	Campaña en verano	Parcial moderado en horario solar	Sector representado en EUROACE
4	entre 7 y 9 bar	61%-80%	Consumo todo el año	Parcial intensivo en horario solar	Sector consolidado en EUROACE
5	entre 5 y 7 bar	80%-100%	Consumo todo el año, intensivo en verano	Total en horario solar	Sector muy representado en EUROACE

Tabla 11. Valoración de los criterios de análisis de la temática SolarMetal (agua caliente)

	Peso específico de energía térmica	Estacionalidad	Horario de funcionamiento	Posibilidades de expansión
1	0%-20%	Sin producción en verano	Fuera de horario solar	Sector exclusivo en EUROACE
2	21%-40%	Producción leve en verano	Parcial leve en horario solar	Sector poco representado en EUROACE
3	41%-60%	Campaña en verano	Parcial moderado en horario solar	Sector representado en EUROACE
4	61%-80%	Consumo todo el año	Parcial intensivo en horario solar	Sector consolidado en EUROACE
5	80%-100%	Consumo todo el año, intensivo en verano	Total en horario solar	Sector muy representado en EUROACE

2.5.2. Bioeconomía

La forma de proceder en esta temática ha sido diferente a la descrita para la tecnología SolarMetal. Así, se ha identificado como punto de partida un sector, claramente susceptible para recibir las tecnologías desarrolladas en esta temática. Seguidamente, el estudio se centró en la determinación de una serie de criterios que ayudasen a localizar o discriminar las industrias y/o usuarios del sector con mayor potencial o interés para la instalación de las tecnologías desarrolladas —requisitos mínimos, capacidades, etc. —, como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Procedimiento de análisis de la temática Bioeconomía

Los criterios adoptados para el análisis en Bioeconomía se muestran en la Figura 10, y fueron definidos para facilitar la decisión de instalación de un prototipo innovador de recolección de biomasa residual para la producción de biogás o de secado de lodos, con el objetivo de generar energía eléctrica de apoyo a las formas de generación convencionales.

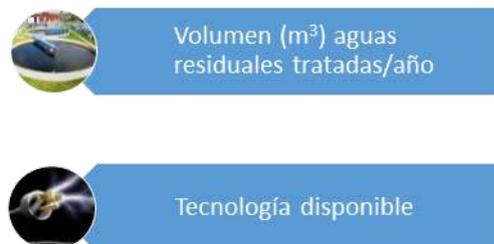


Figura 10. Criterios utilizados para el análisis de la temática Bioeconomía

- **Volumen (m³) aguas residuales tratadas al año:** dada la gran similitud productiva entre las industrias auditadas de la temática energética de Bioeconomía, un criterio diferenciador entre ellas puede ser el volumen de agua residual que tratan a lo largo del año.
- **Tecnología disponible:** criterio referido a los recursos de los que dispone el sector en cuestión. Para poder hacer frente a los prototipos a desarrollar por IDERCEXA, es preciso disponer de una tecnología que se complemente con los mismos.

A su vez, estos criterios han sido adaptados para la evaluación de un prototipo que permita un aprovechamiento de los residuos agroganaderos en la zona EUROACE, el cual también se contempla en esta temática.

De tal forma, una vez evaluados dichos criterios, se ha evaluado el potencial de los recursos que intervienen en esta temática —residuos de EDARs y deyecciones animales—, con el objeto de determinar el alcance que podrían tener estas tecnologías en la eurorregión.

2.5.3. Edificación sostenible y movilidad

La forma de proceder en esta temática siguió el mismo orden que la descrita en el apartado de Bioeconomía. De este modo, se invirtió el proceso de realización de estudios —análisis y decisión de las industrias y/o usuarios candidatos a recibir las tecnologías desarrolladas por IDERCEXA— dado que los prototipos han contado desde el principio con una ubicación determinada y adecuada para cada uno de ellos, como se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Esquema de trabajo en Edificación Sostenible y Movilidad

Una vez estudiados los prototipos y conocido su funcionamiento y características principales, se ha buscado enmarcarlos en las ubicaciones idóneas referidas a la región EUROACE.

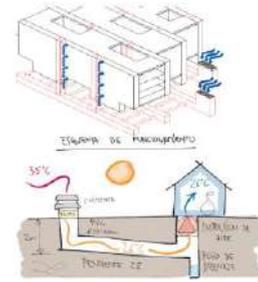
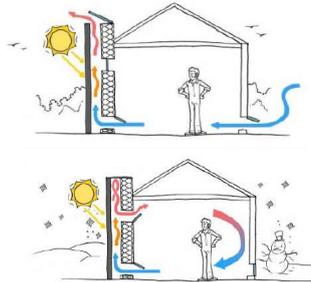
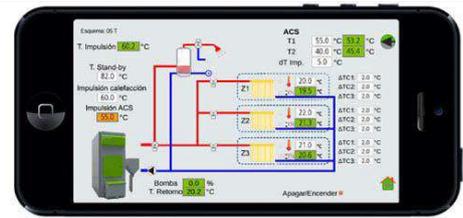
Para ello, se ha realizado una clasificación de los distintos tipos de edificaciones según su uso, tal y como lo contempla el Código Técnico de la Edificación (CTE). Una vez seleccionadas las ubicaciones idóneas, se ha comprobado el potencial que podría tener el desarrollo de este tipo de tecnologías en la extensión de la zona EUROACE.

A modo de resumen, la Tabla 12 muestra la tipología de los prototipos a desarrollar para cada una de las temáticas IDERCEXA.

Tabla 12. Ejemplos de prototipos de las temáticas IDERCEXA

SolarMetal		
Bioeconomía		

Edificación sostenible y Movilidad



3. ESTUDIO SECTORIAL DE POTENCIAL DE APLICACIÓN: RESULTADOS

3.1. Participación de los socios

El papel de los socios intervinientes en esta acción ha sido fundamental para garantizar el éxito del presente estudio.

La coordinación de la Acción 1.3 se ha llevado a cabo de forma que cada uno de los socios efectuara un número mínimo de estudios energéticos. La Figura 12 muestra información relativa al cumplimiento de los objetivos por parte de los socios.

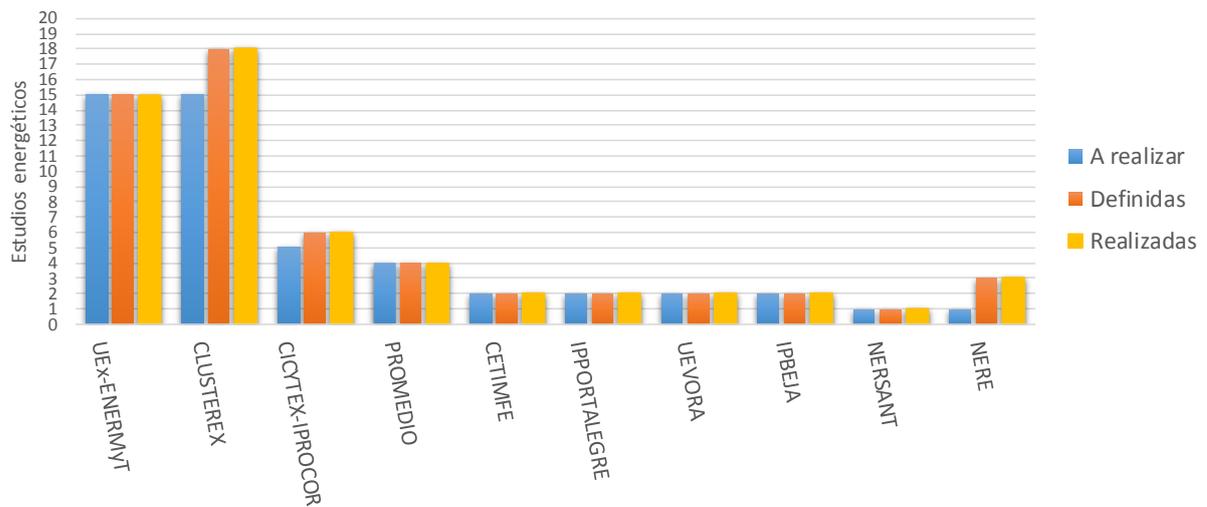


Figura 12. Estudios energéticos realizados a nivel de socios

Como se aprecia en la Figura 12, no sólo todos los socios han cumplido su objetivo de estudios, sino que en algún caso se han realizado más auditorías que las definidas inicialmente —49 industrias y/o usuarios—.

Finalmente, se han realizado 55 estudios energéticos, por lo que el objetivo de la acción se ha cumplido por encima del 100%.

De igual manera, el objetivo de la acción también contemplaba una distribución de los estudios energéticos a realizar. En consonancia con la concentración de las industrias en el territorio español de la zona EUROACE, de los 49 estudios iniciales, 39 debían realizarse en Extremadura, quedando el resto para la Região Centro y Alentejo.

La Figura 13 muestra esta información. De nuevo, el objetivo definido en el proyecto se ha cumplido por encima del 100%, cumpliendo ambos países por encima de lo previsto inicialmente, con un total de 43 estudios realizados a industrias y/o usuarios en España y 12 en Portugal.

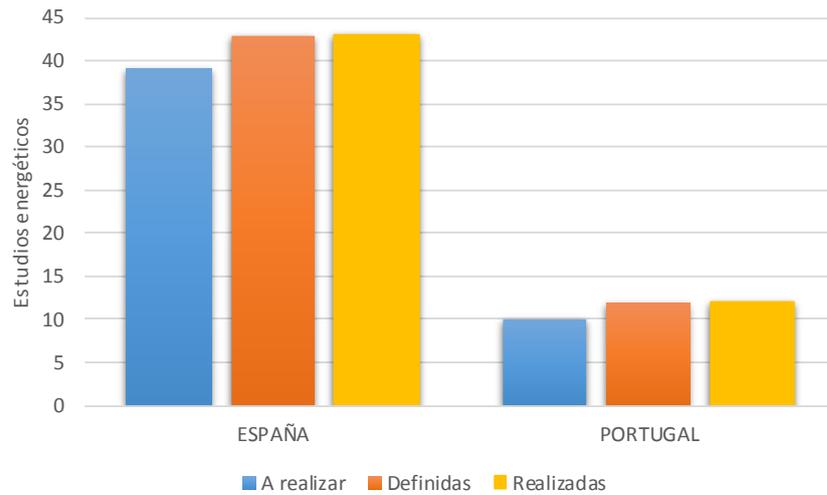


Figura 13. Estudios energéticos realizados a nivel de país

Esto pone de manifiesto el interés mostrado por los socios en que los resultados del proyecto garantizaran el éxito del mismo. A su vez, el logro de cumplimiento del objetivo asegura que el presente estudio esté dotado de un nivel de información lo suficientemente elevado como para poder extraer conclusiones cualitativas a lo largo del territorio EUROACE.

3.2. Alcance de los estudios energéticos

Dentro de la región EUROACE, existe una multiplicidad de sectores dedicados a las transformaciones agrícolas, así como aquellos que gestionan recursos ganaderos o industrias manufactureras. Este estudio pretende dar cobijo y llegar a todos ellos con la elección consensuada de las industrias y/o usuarios visitados por los socios, para desarrollar un análisis que satisfaga las necesidades energéticas de estos sectores.

Con el objetivo de dotar al estudio de una amplia magnitud, los estudios energéticos se han definido para el mayor número posible de sectores industriales y terciarios que se distribuyen en la zona EUROACE.

La Figura 14 así lo muestra gráficamente.

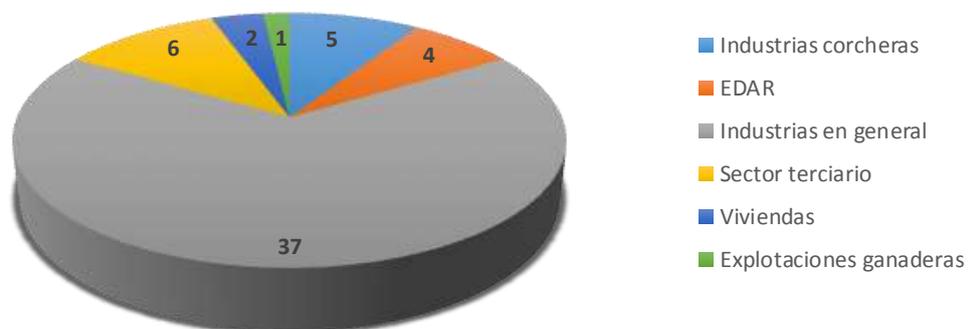


Figura 14. Distribución sectorial de los estudios energéticos

De este modo, una forma de garantizar el cumplimiento de los objetivos inherentes a esta acción ha sido la asignación de los diferentes prototipos a aquellos sectores que, inicialmente, mostrasen una mayor susceptibilidad de recepción de la tecnología.

Con esta distribución de los estudios energéticos, se ha buscado mantener una relación entre los sectores analizados con los prototipos a desarrollar, de la siguiente forma:

- Para el prototipo de Solar-Metal de generación de vapor, la UEx ha evaluado a 14 industrias con el fin de determinar el sector adecuado para la implantación del mismo. Con objeto de lo mismo, el Clúster de la Energía ha realizado 2 evaluaciones a industrias.
- Para el Prototipo de Solar-Metal de generación de agua caliente para procesos, de igual manera, la diversidad de sectores donde podría ubicarse el prototipo ha generado un abanico extenso de sectores candidatos a ello, lo que ha ampliado el rango de auditorías.

CICYTEX-IPROCOR, ha contactado con 5 industrias corcheras para estudiar su adecuación a ese sector, dada la fuerte presencia del corcho en la zona EUROACE.

Por su parte, UEVORA y CENTIMFE ha visitado una industria respectivamente para realizar el estudio de una posible integración de prototipo que genere agua caliente para procesos.

Finalmente, el Clúster de la Energía ha visitado dos industrias relacionadas con el sector del tabaco para aportar otro sector como objeto de estudio frente a esta temática.

- Para el prototipo de Bioeconomía de secado térmico era indispensable realizar el estudio en sectores donde se obtuvieran residuos de la fracción sólida del digestato, razón por la cual PROMEDIO ha analizado 4 EDARs en la provincia de Badajoz.

De igual forma, aunque con residuos biomásicos de un proceso industrial, IPPORTALEGRE ha realizado la evaluación de una industria portuguesa para una posible implantación del presente prototipo.

- Para el prototipo de Bioeconomía dedicado a la implantación de mejoras de una planta de biogás, CICYTEX-IPROCOR ha evaluado el sector de las explotaciones ganaderas con objeto de determinar el potencial con el que cuenta dicho sector para el aprovechamiento de las deyecciones animales en la planta de biogás.
- Finalmente, para los prototipos de Edificación Sostenible y Movilidad, Clúster de la Energía ha evaluado a 9 industrias y 2 viviendas con objeto de obtener mejoras en cuestiones de ahorro energético abordables con los prototipos predeterminados para ello.

Lo mismo han hecho UEx, CENTIMFE, IPPORTALEGRE, UEVORA y NERSANT con una industria respectivamente, IPBEJA con el estudio de 2 industrias y NERE con tres sucursales de una industria portuguesa.

3.3. Distribución por temáticas

Nuevamente, un criterio importante ha sido la distribución de los estudios en función de las temáticas.

Con el objetivo de definir y determinar correctamente las necesidades para el diseño e implantación de los prototipos, se ha buscado obtener más información de aquellas temáticas relacionadas con un mayor número de sectores productivos o de servicios.

Tal y como se muestra en la Figura 15, la temática SolarMetal ha sido la más representativa en el estudio sectorial realizado (52%), habiéndose contactado con un mayor número de industrias que presentan necesidades térmicas para la generación de agua y vapor a media temperatura para sus procesos de producción.

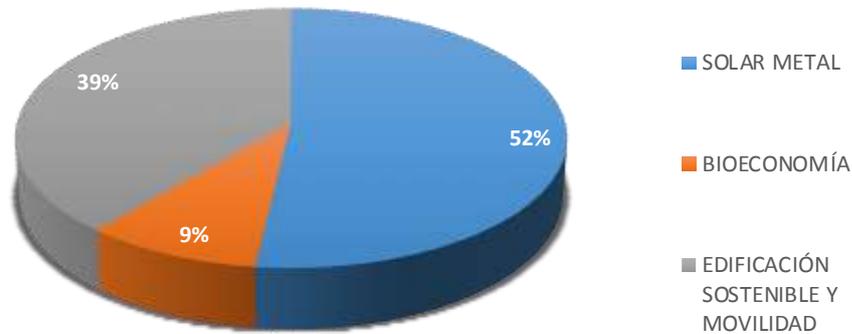


Figura 15. Estudios energéticos en función de las temáticas IDERCEXA

En segundo lugar, se encuentra la temática referida a Edificación Sostenible y Movilidad (39%). En ellos, las mejoras y conclusiones obtenidas están enfocadas a equipos de autoconsumo fotovoltaicos o equipos eficientes de climatización, así como servicios relacionados con la movilidad eléctrica, peatonal o ciclista.

Finalmente, la temática relacionada con la Bioeconomía ha contado con menor presencia en el estudio sectorial. Sus necesidades concretas, basadas en la recolección de biomasa, así como en la producción de biogás o secado de lodos, ha reducido el número de sectores destinatarios de esta tecnología.

La localización de las industrias y usuarios se ha distribuido a lo largo de la zona EUROACE, como se muestra en la Figura 16.

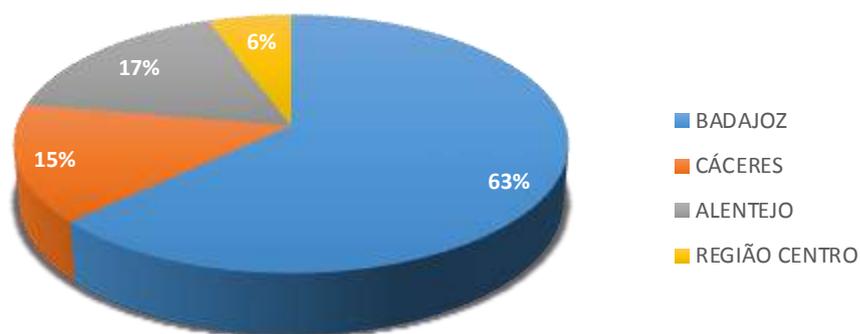


Figura 16. Localización de industrias y/o usuarios en la zona EUROACE

Asimismo, la provincia de Badajoz alberga el mayor número de industrias y usuarios visitados (24), por delante de Alentejo (9), Cáceres (8) y Região Centro (3). Del mismo modo, en los siguientes apartados se muestra la distribución de las industrias y usuarios visitados en función de cada temática de desarrollo IDERCEXA.

3.3.1. SolarMetal

La Figura 17 muestra que más de la mitad del colectivo de empresas seleccionadas con una demanda de agua/vapor en sus procesos industriales se localiza en la provincia de Badajoz (64%), seguida de la provincia de Cáceres (29%). Por último, las regiones de Portugal correspondientes a Alentejo y Região Centro, contribuyen en el presente estudio con el mismo porcentaje de industrias visitadas (4%).

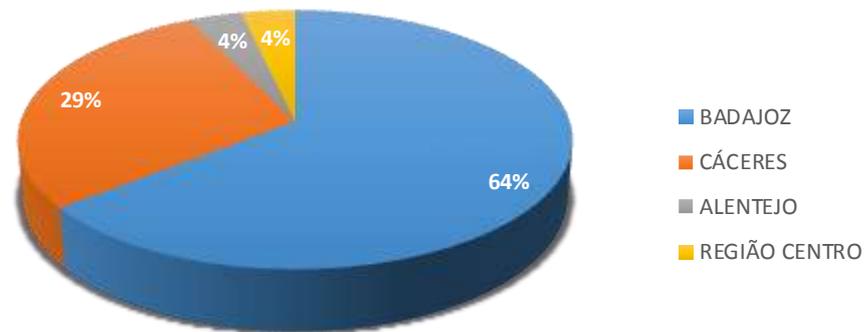


Figura 17. Localización de industrias y/o usuarios relacionados con la temática SolarMetal

3.3.2. Bioeconomía

Dentro de esta temática, el principal sector analizado ha sido el de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales, debido a que los residuos generados en los procesos de depuración muestran un elevado potencial de aprovechamiento (Figura 18).

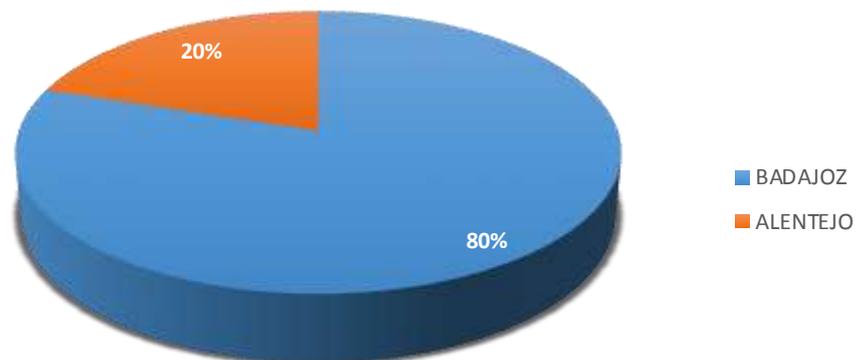


Figura 18. Localización de industrias y/o usuarios relacionados con la temática Bioeconomía

Por este motivo, se han seleccionado cuatro estaciones depuradoras de aguas residuales localizadas en la provincia de Badajoz, con objeto de hacer un estudio de sus volúmenes de trabajo.

De igual manera, se ha incluido un estudio del sector de producción de sopas, debido a que en su proceso productivo se generan grandes cantidades de residuos orgánicos, que podrían ser empleados en un biodigestor anaerobio para producir biogás.

3.3.3. Edificación Sostenible y Movilidad

Según se muestra en la Figura 19, las industrias y/o usuarios relacionados con esta temática se encuentran localizados en la provincia de Badajoz y el Alentejo portugués.

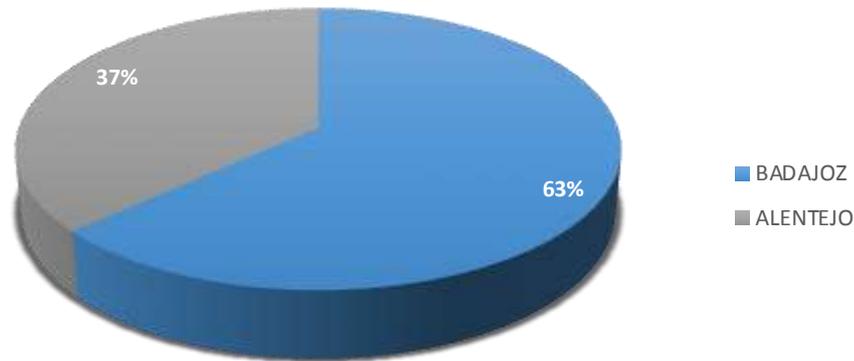


Figura 19. Localización de industrias y/o usuarios relacionados con Edif. Sostenible y Movilidad

Asimismo, entre estas localizaciones se encuentran industrias que carecen de procesos de vapor y que tampoco disponen de residuos naturales de los que se pueda obtener un aprovechamiento energético, pero que presentan unos consumos térmicos y eléctricos susceptibles de mejora con la aplicación de la tecnología IDERCEXA de Edificación sostenible y Movilidad.

3.4. Análisis de los resultados para la temática SolarMetal

Dentro de los trabajos a efectuar en esta temática se pretende el desarrollo y fabricación de un número mínimo de 2 prototipos, que cubran parte de las necesidades de agua/vapor entre 80-200°C. Por ello, seguidamente se diferenciarán los resultados obtenidos para cada uno de ellos.

3.4.1. Prototipo SolarMetal 1: generación de vapor

Este prototipo tiene por objetivo la generación de vapor de agua para su aplicación en procesos industriales.

Su principio de funcionamiento reside en la concentración de la radiación solar para realizar un aprovechamiento de la energía térmica que ello genere y calentar así un fluido. En un circuito primario y cerrado, un fluido caloportador circulará por el tubo absorbedor del concentrador, incrementando su temperatura progresivamente.

Por otro lado, el circuito secundario se constituirá a base de agua descalcificada o de ósmosis, procediéndose el intercambio térmico y el consecuente cambio de estado en un generador de vapor (*Kettle Reboiler*).

La Figura 20 muestra un esquema de funcionamiento del mismo.

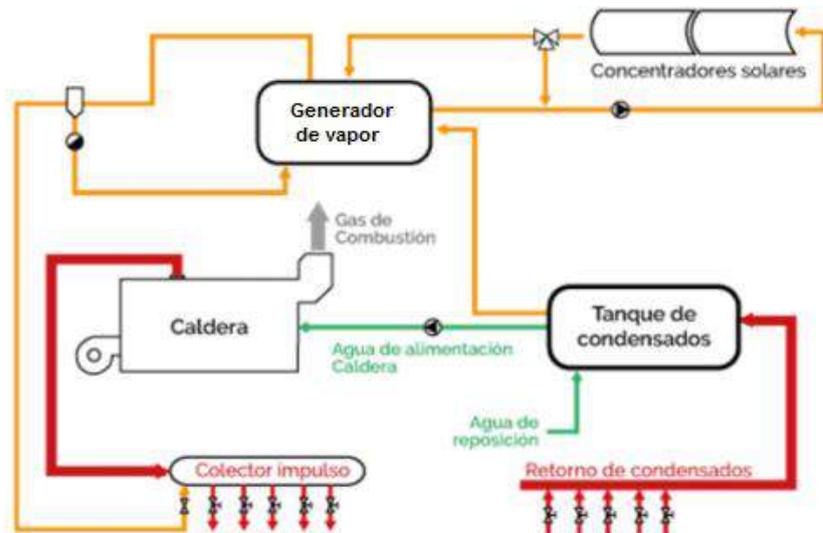


Figura 20. Esquema de funcionamiento de prototipo solar de generación de vapor

Del mismo modo, el tipo de integración de la instalación diseñada a la industria receptora supone una decisión relevante, ya que existen diversas alternativas, como se muestra en la Figura 21.

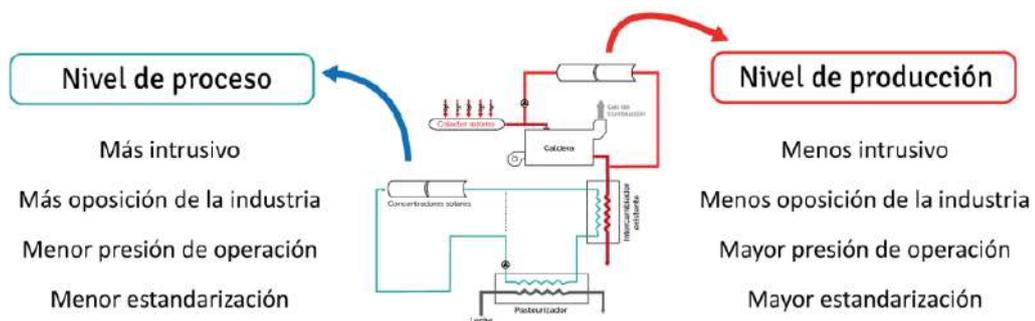


Figura 21. Tipos de integración de la instalación

Ambos procedimientos se componen de factores que benefician o perjudican la instalación, en función del entorno que les rodea.

Así, el tipo de integración **a nivel de proceso** dota a la instalación de un nivel más intrusivo, dado que ha de adecuarse a unas características concretas de una fase del proceso productivo. Dicha intrusión suele llevar asociada una mayor oposición de la industria frente a esta solución, aunque para este sistema se opere con una menor presión de vapor (generalmente, el colector principal trabaja a una presión mayor que la del resto de los equipos). Este sistema es, por tanto, más particular y personalizado, perdiendo así un grado de estandarización que podría resultar interesante para la extrapolación de resultados y acciones a acometer en otros sectores o industrias.

Por otro lado, el tipo de integración **a nivel de producción** trata el proceso desde un nivel más general, aportándose el vapor generado al colector principal, para después verterlo a los equipos que lo precisen. Este nivel de integración suele ser el elegido por las industrias, aunque ello conlleve trabajar a un nivel de presión de vapor más elevado.

Dadas las facilidades que ofrece este último sistema a la hora de llevar a cabo la puesta en marcha y el posterior desarrollo de la fase experimental, así como la posible estandarización de la solución final, se optará por integrar este prototipo a nivel de producción en una industria.

Para ello, se tendrán en cuenta temperaturas, presiones de trabajo y calidad del vapor generado, con vistas a ofrecer un servicio que se ajuste a las necesidades de la industria receptora de la tecnología.

3.4.1.1. Presiones máximas de trabajo

Una de las características principales que determinan las necesidades térmicas de las industrias es la presión de trabajo del vapor empleado en sus procesos productivos.

Estas industrias trabajan en un régimen de vapor saturado, por lo que dicha presión de trabajo traerá consigo una temperatura de trabajo asignada.

La Figura 22 muestra los resultados obtenidos en el análisis de este parámetro.



Figura 22. Presiones máximas (SolarMetal, vapor)

Como se puede comprobar, en términos generales los sectores industriales más representativos de la zona EUROACE se mueven en un régimen de presiones de trabajo comprendidas entre 5 y 15 bar.

Esto no significa que todos sus equipos funcionen a estas presiones, sino que sus necesidades energéticas determinan que sus presiones de trabajo máximas se sitúen en ese rango y, a través de válvulas reductoras, ajusten la presión de aquellos equipos que así lo requieran.

De esta forma, el vapor está integrado en los procesos de las industrias de la siguiente forma:

- **Cervecería artesanal.** El vapor es consumido en un calentamiento de agua el día previo a la elaboración, en un tanque de maceración para reposar la mezcla de malta molida y agua y en el filtrado realizado en un tanque empleado para ello.
- **Procesado de almendras.** El vapor es consumido en un secadero a 2,5 bar de presión, en la línea de pelado; también se emplea para el calentamiento de agua de proceso y en un secadero a 6 bar en la línea de repelado.

- **Matadero y secadero de jamones.** Los principales procesos en los que se integra el vapor son el calentamiento de bañeras de escalde y la limpieza de los equipos (estanterías de cuelgue y cajas). Alternativamente, en esta industria se puede emplear también para la cocción de grasas o para el uso de hornos destinados a la transformación de productos.
- **Fabricación de productos de limpieza.** El vapor juega un papel importante en el mantenimiento de la materia prima en los tanques, en el mezclado de los ingredientes en los homogeneizadores, así como para la limpieza y enjuague de la mezcla y en el envasado del producto.
- **Fabricación de ceras industriales.** En este sector, el papel que juega el vapor es fundamental. Debido a las propiedades de la materia prima, es necesario que el vapor esté presente en todas las etapas del proceso para mantenerla en las condiciones de trabajo adecuadas.
- **Industria arrocera.** Las necesidades de vapor se centran en la fase de vaporización del proceso, fundamentalmente en las tareas de limpieza, maceración y secado del arroz.
- **Procesado de tomate.** El consumo de vapor está localizado en los procesos de precalentamiento del tomate, la inactivación enzimática en los evaporadores y la esterilización del producto.
- **Lavandería industrial.** El consumo de vapor se distribuye a lo largo de los procesos de lavado en túnel o lavadoras industriales, el planchado en calandras y el secado en túnel o secadoras industriales.
- **Fabricante de cartón.** Sus principales consumos de vapor están localizados en los procesos de moldeado del cartón y pegado. Dadas las altas temperaturas necesarias para los procesos, conlleva un elevado nivel de presión del vapor.

3.4.1.2. Peso específico de la energía térmica en los costes energéticos

El objetivo que persigue este criterio no es otro que tratar de implementar este tipo de acciones de ahorro energético (acciones de mejora o instalación de tecnologías energéticas innovadoras) en aquellos sectores industriales cuyo gasto térmico tenga un peso considerable en relación a sus gastos energéticos totales.

La Figura 23 muestra el peso específico de la energía térmica en el conjunto de costes energéticos.

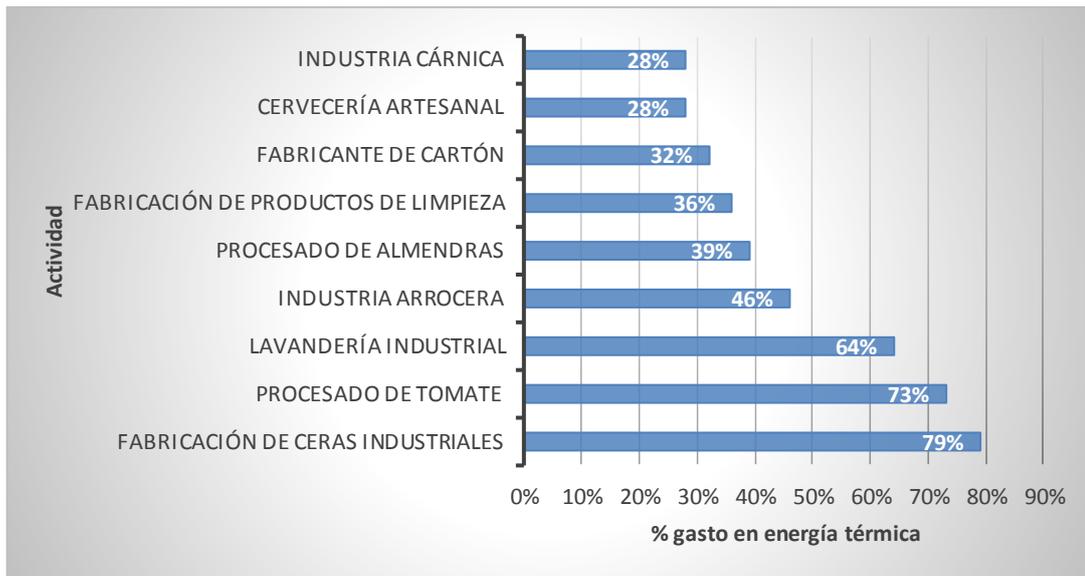


Figura 23. Peso específico de la energía térmica (SolarMetal, vapor)

Así, se observa una notable diferencia entre los sectores industriales contemplados en el estudio. Entre un 25% y un 50% de coste total energético se encuentran los sectores referidos a:

- **Industria cárnica.** En este sector, las cámaras frigoríficas y los secaderos presentan los consumos más representativos, lo que eleva la fracción de gasto en energía eléctrica en su favor.
- **Cervecería artesanal.** Para el sector cervecero, la molienda de la malta, los trasvases mediante bomba y la fermentación a baja temperatura en los tanques provoca que el consumo térmico pierda influencia en el gasto energético.
- **Fabricante de cartón.** El proceso productivo se desarrolla en una cadena productiva dotada con un elevado número de receptores eléctricos, como los equipos de corte longitudinal y transversal o la maquinaria destinada a la impresión.
- **Fabricación de productos de limpieza.** En un proceso muy automatizado como el de este sector, y a pesar de contar con un consumo térmico considerable, el apartado eléctrico tiene mayor presencia en la producción.
- **Procesado de almendras.** Las necesidades de máquinas enfriadoras, cribadoras, partidoras y envasado contrarrestan en mayor medida los consumos térmicos en el escalde y secaderos de este sector.
- **Industria arrocera.** Etapas como el descascarillado, la molienda, el pulido y envasado del arroz tienen mayor presencia en el proceso. Esto provoca que el uso de equipos de consumo eléctrico prevalezca, ligeramente, sobre los de consumo térmico.

Por otra parte, en una relación de gasto térmico superior al 50% se encuentran sectores donde el uso del vapor se encuentra presente en la mayoría de las fases del proceso y, por tanto, adquiere un papel protagonista.

- **Lavandería industrial.** Los procesos de lavado, secado y planchado, repetidos cíclicamente a lo largo de la jornada laboral, provocan un gran consumo térmico frente al eléctrico.

- **Procesado de tomate.** En los dos meses que duran las intensivas campañas de trabajo de este sector, el uso del vapor es fundamental para los procesos, dejando al consumo eléctrico en un segundo plano.
- **Fabricación de ceras industriales.** El vapor, presente en todas las etapas del proceso productivo, adquiere una relevancia fundamental en los costes productivos.

3.4.1.3. Estacionalidad

Este criterio permite identificar el régimen de producción de los sectores industriales en el tiempo (anual, semanal y diariamente). De esta forma, se conseguirá identificar aquellos sectores que demanden un mayor consumo térmico en aquellos meses donde el funcionamiento de las tecnologías innovadoras presente un mayor rendimiento.

Así, la Figura 24 muestra la estacionalidad de funcionamiento de las distintas industrias estudiadas.

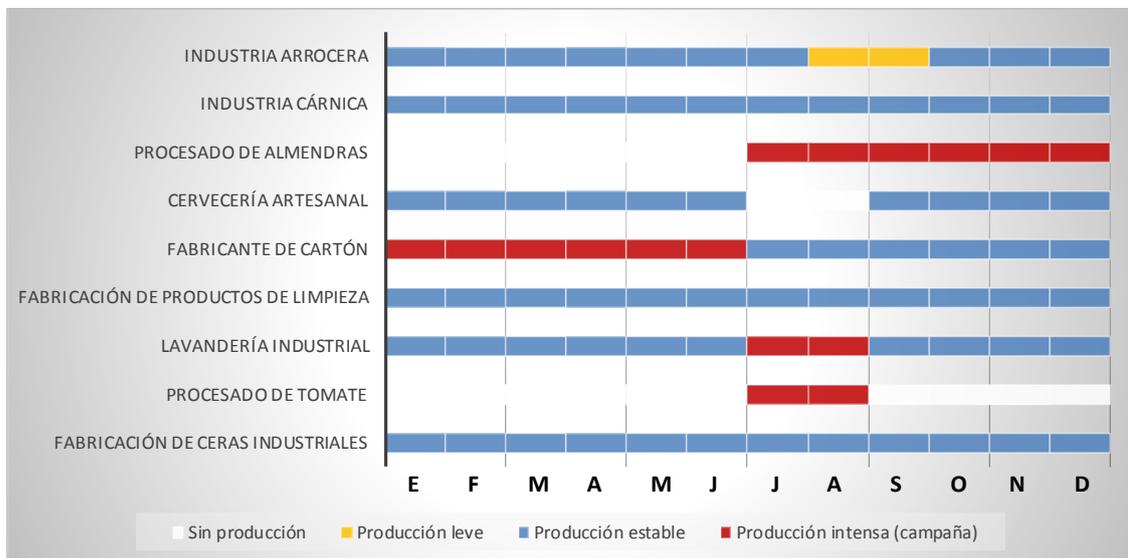


Figura 24. Estacionalidad (SolarMetal, vapor)

Los meses en los que se obtiene una mayor irradiación directa media es el periodo comprendido entre abril y septiembre. La irradiación directa media puede alcanzar desde los 4 kWh/m² día, en los meses de abril y septiembre, hasta los 6,3 kWh/m² día obtenidos en el mes de julio, el más favorable en este aspecto.

En el lado opuesto se encuentra el periodo del año que abarca desde octubre hasta marzo, siendo diciembre el mes de menor irradiación directa media, con poco más de 1 kWh/m² día, hasta los 3 kWh/m² día que se puede obtener de media en el mes de marzo.

De tal forma, y en comparativa con la Figura 24, puede determinarse que los sectores industriales en los cuales se aprovecharía en mayor grado la radiación solar en el contexto anual son los siguientes:

- **Procesado de almendras.** Las jornadas de trabajo donde se realizan los mayores consumos energéticos tienen lugar en la segunda mitad de año, del cual los meses de julio, agosto y septiembre presentan un escenario favorable para el aprovechamiento de la radiación solar.

- **Lavandería industrial.** Este es un sector que no detiene su producción a lo largo del año, siendo los meses de verano donde aumenta su régimen de producción y, por tanto, sus consumos energéticos.
- **Procesado de tomate.** La campaña de recogida y transformación del tomate guarda una estrecha relación con los meses de mayor radiación solar, dado que en este tiempo se desarrolla la campaña.

En segundo lugar, el estudio refleja que existe un segundo grupo de sectores que, a pesar de no tener una producción intensiva en los meses de mayor radiación, mantienen un régimen de producción estable, en el cual podrían beneficiarse de la energía obtenida a través de la radiación solar.

- **Industria cárnica.** A pesar de que, en sus orígenes, los principales meses de consumo se daban en invierno (periodo en que se realizan las matanzas de los cerdos de montanera), a día de hoy los cerdos de cebo permiten que este tipo de industrias continúen produciendo durante todo el año.
- **Fabricante de cartón.** El periodo de campaña, donde se realizan mayores consumos, tiene lugar los seis primeros meses del año. A pesar de ello, el resto del año se mantiene la producción en unos niveles estables y elevados.
- **Fabricación de productos de limpieza.** Este sector no cuenta con una estacionalidad determinada, ya que se trabaja bajo pedido y sus consumos variarán según la demanda recibida.
- **Fabricación de ceras industriales.** Este sector no cuenta con una estacionalidad determinada, ya que se trabaja bajo pedido y sus consumos variarán según la demanda recibida.

Finalmente, un tercer grupo de sectores industriales queda caracterizado por disponer de un régimen de producción leve o insuficiente para compatibilizarlo con el periodo de mayor radiación solar.

- **Industria arrocera.** El periodo que comprende los meses de agosto y diciembre disminuye notablemente el régimen de producción en este sector, manteniéndose en un régimen estable el resto del año.
- **Cervecería artesanal.** A pesar de mantener una producción estable durante todo el año, durante mes y medio en verano se detiene la elaboración de la cerveza, dificultando así la obtención de grandes ahorros energéticos mediante tecnologías de captación solar.

3.4.1.4. Horarios de funcionamiento

El horario de funcionamiento de los sectores industriales estudiados permitirá localizar aquellos que mejor se complementen con las horas de radiación solar.

A título informativo, en la zona Oeste de España (donde se emplaza el territorio español de la eurrregión EUROACE) el día solar más largo se sucede en el Solsticio de Verano, desde las 06:04 hasta las 20:58 hora local. Por su parte, en el Solsticio de Inverno, el día solar tiene una duración mínima que va desde las 08:45 hasta las 18:11 hora local (Figura 25 a y b, respectivamente).

En la región Centro de Portugal, el día solar más largo se sucede en el Solsticio de Verano desde las 05:09 hasta las 20:00 hora local. Finalmente, en el Solsticio de Inverno, el día solar tiene una duración mínima que va desde las 07:48 hasta las 17:16 hora local (Figura 26 a y b, respectivamente).

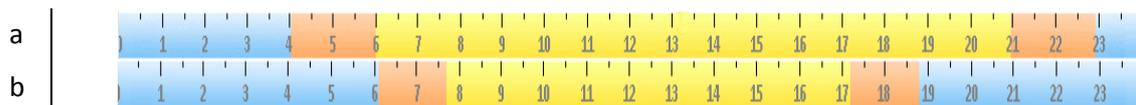


Figura 25. Solsticios de verano e invierno en el Oeste de España



Figura 26. Solsticios de verano e invierno en el Centro de Portugal

La Figura 27 muestra gráficamente el horario estándar de funcionamiento de los sectores industriales analizados.

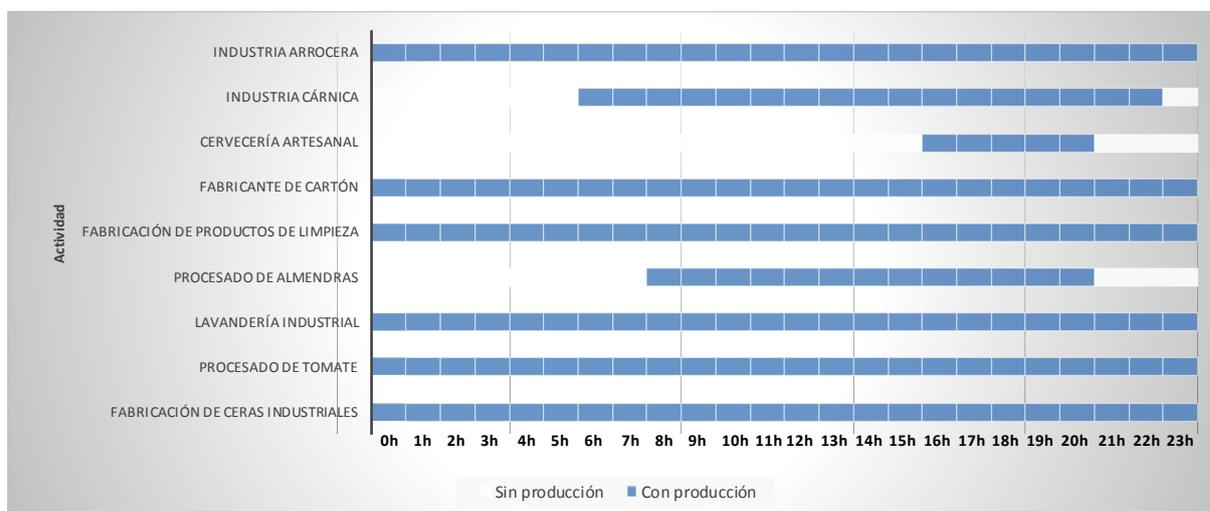


Figura 27. Horarios de funcionamiento (SolarMetal, vapor)

Como se indica en la Figura 27, hay un grupo de sectores industriales que tienen un horario de funcionamiento ininterrumpido a lo largo del día, y que citan a continuación:

- Industria arrocera.
- Fabricante de cartón.
- Fabricación de productos de limpieza.
- Lavandería industrial (en verano).
- Procesado de tomate.
- Fabricación de ceras industriales.

Para estos casos, la instalación de una tecnología de concentración solar sería totalmente complementaria con el horario solar, puesto que, debido a la actividad industrial, se está realizando un consumo térmico desde la salida hasta la puesta del Sol.

En un segundo grupo se encuentran aquellos sectores industriales cuya actividad se desarrolla paralelamente al horario solar, de forma total o parcial, como los citados a continuación:

- Industria cárnica.
- Procesado de almendras.

En esta ocasión y, en función del mes del año, podría quedarse algún rango horario fuera del escenario solar, reduciendo así el rendimiento de la tecnología de concentración solar.

Finalmente, el sector referido a la **Cervecería artesanal** sería el más perjudicado en este aspecto, debido a que el aprovechamiento solar podría verse reducido hasta en un 50% de horas de Sol durante su jornada de trabajo.

3.4.1.5. Posibilidades de expansión

Este criterio determina cómo de representados se encuentran cada uno de los sectores analizados en la región EUROACE, y pretende ponderar positivamente aquellos sectores más consolidados, con mayores posibilidades de extender la temática SolarMetal a industrias del mismo tipo.

En primer lugar, se encuentra un grupo de sectores industriales donde esta eurrregión es referente a nivel internacional, como son:

- Industria cárnica.
- Procesado de tomate.

Las condiciones climatológicas, junto con los recursos agroganaderos de los que dispone la región EUROACE, las sitúan como un lugar idóneo para el desarrollo de ambos sectores. Son muchas las industrias en la eurrregión que tienen a cualquiera de estos dos sectores como su principal actividad comercial, amén de ser unas de las principales exportadoras de tomate, así como de diferentes piezas y embutidos obtenidos del cerdo.

En segundo lugar, se encuentra un grupo de sectores industriales que, si bien no tienen la misma repercusión a nivel internacional que el anterior, disponen de muchas industrias dedicadas a ello dentro de la región EUROACE.

- Industria arrocera.
- Cervecería artesanal.

De nuevo, el clima y las vastas extensiones de terreno disponible para ello, facilitan la expansión de industrias arroceras a lo largo de la eurrregión, la cual conforma una de las mayores productoras de arroz a nivel de España. Por otro lado, el interés que se ha despertado en los últimos años por la elaboración de cervezas artesanas ha provocado un crecimiento consolidado del sector de la cerveza.

En tercer lugar, se encuentran los sectores correspondientes a **Lavandería Industrial y Procesado de Almendras**, los cuales conforman un grupo mediano de industrias en la eurrregión. Se trata de sectores consolidados, pero sin mucho volumen de industrias.

En el siguiente grupo de sectores, se encuentran los siguientes:

- Fabricante de productos de limpieza.
- Fabricante de cartón.

Ambos constituyen grupos con necesidades muy identificadas con el vapor industrial, aunque cuentan con muy pocas industrias en territorio EUROACE.

Finalmente, el sector dedicado a la **Fabricación de ceras industriales**, pese a poseer características afines a la generación de vapor, cuenta con poca representación, no solo a nivel EUROACE, sino también a nivel peninsular.

Por tanto, una vez conocidos y analizados los criterios de los sectores industriales con necesidades energéticas de vapor industrial, la Tabla 13 muestra la valoración de los mismos en base a la metodología expuesta anteriormente.

Tabla 13. Evaluación de sectores industriales en la temática SolarMetal (vapor)

	Sector industrial	Presión de trabajo	Energía térmica	Estacionalidad	Horarios	Expansión	Total
1	Industria cárnica	4	2	4	4	5	19
2	Lavandería industrial	2	4	5	5	3	19
3	Procesado de tomate	2	4	3	5	5	19
4	Fab. de ceras industriales	3	4	4	5	1	17
5	Fab. productos de limpieza	4	2	4	5	2	17
6	Procesado de almendras	5	2	3	4	3	17
7	Industria arrocera	3	3	2	5	4	17
8	Fabricante de cartón	1	2	4	5	2	14
9	Cervecería Artesanal	5	2	1	2	4	14

3.4.2. Prototipo SolarMetal 2: generación de agua caliente para procesos

Este prototipo persigue el objetivo de generar agua caliente para integrarla en el proceso productivo de las industrias. Su principio de funcionamiento es similar a su homólogo en esta temática, donde se busca concentrar la radiación solar aprovechando la energía para calentar un fluido.

En este prototipo, las temperaturas buscadas serán más bajas que en el anterior, dado que no se busca que el agua llegue a cambiar de estado.

3.4.2.1. Peso específico de la energía térmica en los costes energéticos

El objetivo que persigue este criterio no es otro que tratar de implementar este tipo de acciones de ahorro energético (acciones de mejora o instalación de tecnologías energéticas innovadoras) en aquellos sectores industriales cuyo gasto térmico tenga un peso considerable en relación a sus gastos energéticos totales. Así, la Figura 28 muestra el peso específico de la energía térmica en el conjunto de costes energéticos.

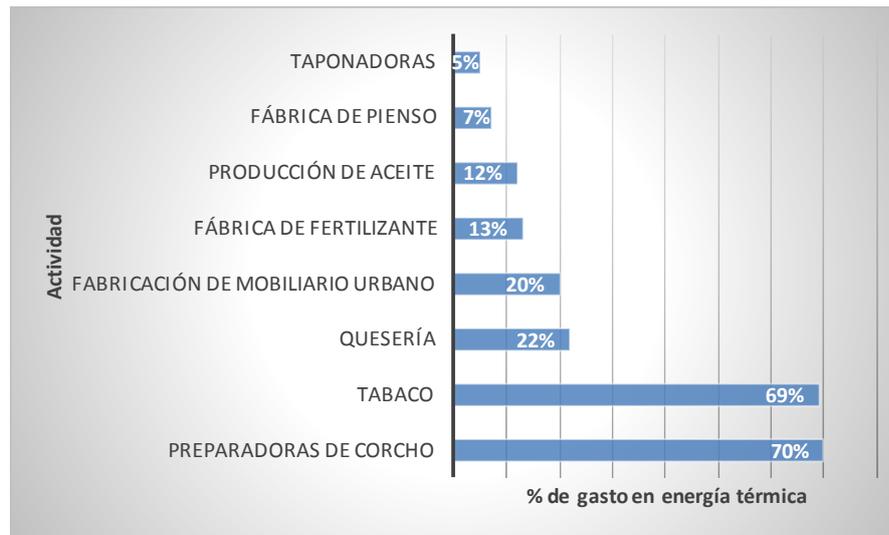


Figura 28. Peso específico de la energía térmica (SolarMetal, agua caliente)

Por debajo de un 25% de coste térmico frente al eléctrico se encuentran los siguientes sectores industriales:

- Taponadoras.
- Fábrica de pienso.
- Producción de aceite.
- Fábrica de fertilizante.
- Fabricación de mobiliario urbano.
- Quesería.

Esto viene ocasionado por la gran cantidad de equipos de consumo eléctrico e iluminación que integran sus procesos, en comparación con el consumo térmico, ya que este solo interviene en una o dos fases del proceso.

Por otra parte, en una relación de gasto térmico superior al 50%, se encuentran sectores donde el uso del vapor se encuentra presente en la mayoría de las fases del proceso y, por tanto, adquiere un papel protagonista.

- **Fábrica de tabaco.** Dos etapas muy importantes, como lo son el secado y curado del tabaco, ponen de manifiesto la fuerte presencia de energía térmica en este sector.
- **Preparadoras de corcho.** Su principal fase del proceso productivo reside en la cocción del corcho, la cual supone un gran consumo de vapor en relación al resto de energías necesarias.

3.4.2.2. Estacionalidad

Este criterio permite identificar el régimen de producción de los sectores industriales en el tiempo (anual, semanal y diariamente). De esta forma, se conseguirá identificar aquellos sectores que demanden un mayor consumo térmico en aquellos meses donde el funcionamiento de las tecnologías innovadoras presente un mayor rendimiento.

Así, la Figura 29 muestra la estacionalidad de funcionamiento de los distintos sectores estudiados.

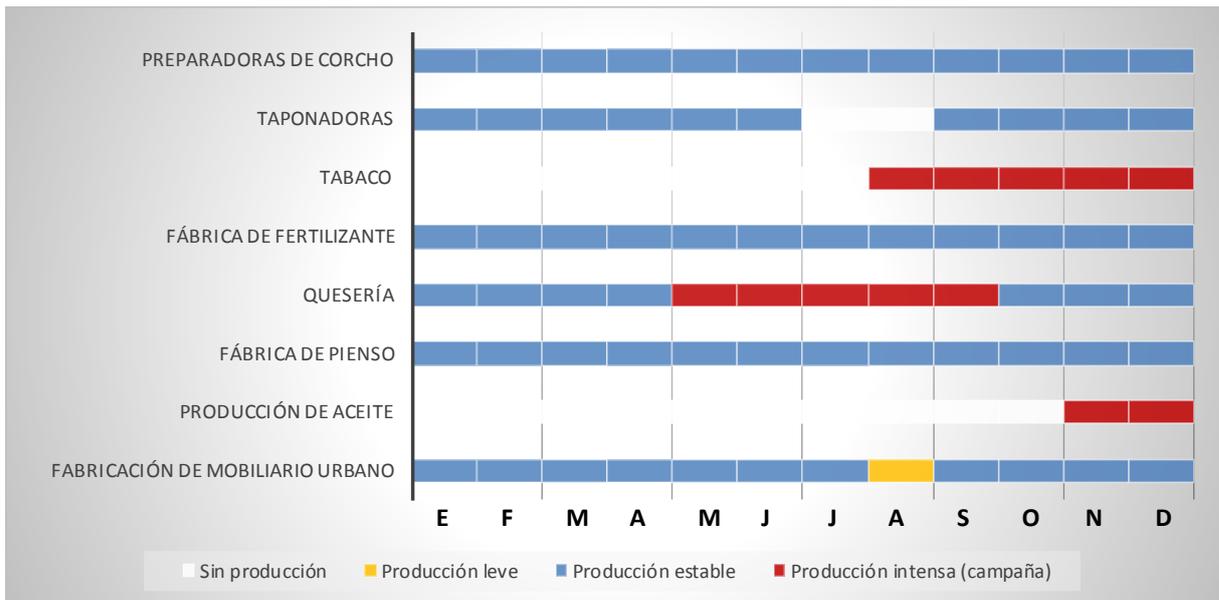


Figura 29. Estacionalidad (SolarMetal, agua caliente)

Los meses en los que se obtiene una mayor irradiación directa media es el periodo comprendido entre abril y septiembre.

De tal forma, puede determinarse que los sectores industriales en los cuales se aprovecharía en mayor grado la radiación solar en el contexto anual son los siguientes:

- **Quesería.** Mantiene un régimen de producción estable a lo largo de todo el año, intensificando su producción entre los meses de mayo y septiembre, coincidiendo exactamente con los meses donde tiene lugar una radiación solar importante.
- **Fábrica de tabaco.** Durante la segunda mitad del año es donde se producen los grandes consumos y necesidades de vapor del sector. Entre ellos, agosto y septiembre son dos meses con muy buena radiación que permiten un buen aprovechamiento de las tecnologías energéticas solares.

En segundo lugar, el estudio refleja que existe un segundo grupo de sectores que, a pesar de no tener una producción intensiva en los meses de mayor radiación, mantienen un régimen de producción estable, en el cual podrían beneficiarse de la radiación solar.

- Preparadoras de corcho.
- Fábrica de fertilizante.
- Fábrica de pienso.

Se trata de sectores que no cuentan con una estacionalidad determinada, ya que se trabaja en un régimen regular a lo largo del año, por lo que las tecnologías IDERCEXA se mantendrían en un buen porcentaje de aprovechamiento de las mismas.

Finalmente, un tercer grupo de sectores industriales queda caracterizado por disponer de un régimen de producción leve o insuficiente para compatibilizarlo con el periodo de mayor radiación solar.

- **Taponadoras.** En los meses de julio y agosto se produce un descanso en la producción, lo cual afecta de forma significativa al aprovechamiento de las tecnologías, coincidiendo con el periodo de mayor radiación solar.

- **Producción de aceite.** Es durante los meses de noviembre y diciembre cuando se realiza la recogida y transformación del producto y, por tanto, donde tienen lugar los principales consumos.
- **Fabricación de mobiliario urbano.** En el mes de agosto tiene lugar el periodo de vacaciones, donde los niveles de consumo disminuyen de forma notoria.

3.4.2.3. Horarios de funcionamiento

El horario de funcionamiento de los sectores industriales estudiados permitirá localizar aquellos que mejor se complementen con las horas de radiación solar. La Figura 30 muestra gráficamente el horario estándar de funcionamiento de los sectores industriales analizados.

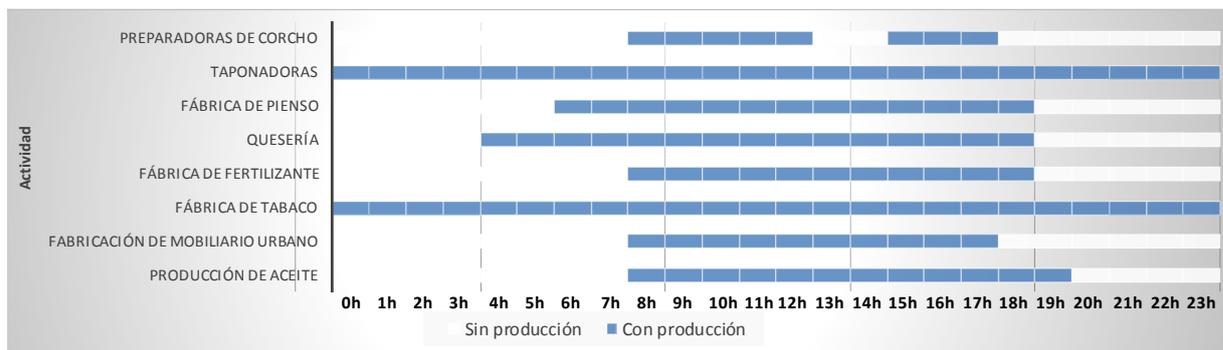


Figura 30. Horarios de funcionamiento (SolarMetal, agua caliente)

Como se indica en la Figura 30, hay un grupo de sectores industriales que tienen un horario de funcionamiento ininterrumpido a lo largo del día:

- Fábrica de tabaco.
- Taponadoras.

Para estos casos, la instalación de una tecnología de concentración solar sería totalmente complementaria con el horario solar.

En un segundo grupo se encuentran aquellos sectores industriales cuya actividad se desarrolla paralelamente al horario solar de forma total o parcial, como los citados a continuación:

- Preparadoras de corcho.
- Fábrica de pienso.
- Quesería.
- Fábrica de fertilizante.
- Fabricación de mobiliario urbano.
- Producción de aceite.

De igual forma, en estos sectores el horario de funcionamiento se alinea de forma prácticamente total al horario solar. Este criterio resulta, por tanto, muy favorable para todos los sectores analizados, dado que se adaptan adecuadamente a las horas solares.

3.4.2.4. Posibilidades de expansión

Continuando con lo expuesto en anteriores apartados, en primer lugar, se encuentra un grupo de sectores industriales donde esta eurorregión es referente a nivel internacional.

- Preparadoras de corcho.
- Taponadoras.

Las condiciones climatológicas, junto con los recursos naturales de los que dispone la región EUROACE, dada la abundante presencia de alcornoque, las sitúan como un lugar idóneo para el desarrollo de ambos sectores. Son numerosas las industrias en la eurorregión que tienen a cualquiera de estos dos sectores como su principal actividad comercial, amén de ser unas de las principales exportadoras de corcho a nivel mundial.

En segundo lugar, se encuentra un grupo de sectores industriales que, si bien no tienen la misma repercusión a nivel internacional que el anterior, disponen de muchas industrias dedicadas a ello, dentro de la región EUROACE.

- Fábrica de pienso
- Producción de aceite
- Quesería

El último grupo de sectores está constituido por industrias con poca presencia en la zona EUROACE:

- Fabricante de mobiliario urbano.
- Fábrica de tabaco.
- Fábrica de fertilizante.

Estos tres constituyen grupos con necesidades muy identificadas con el calentamiento de agua para uso industrial, aunque cuentan con muy pocas industrias en territorio EUROACE, por lo que su capacidad de expansión se ve perjudicada.

Por tanto, una vez conocidos y analizados los criterios de los sectores industriales con necesidades energéticas de vapor industrial en sus procesos, la Tabla 14 muestra una evaluación de los mismos.

Tabla 14. Evaluación de sectores industriales en temática SolarMetal (agua caliente)

	Sector industrial	Energía térmica	Estacionalidad	Horario	Expansión	Total
1	Preparadoras de corcho	4	4	4	5	17
2	Quesería	2	5	4	4	15
3	Fábrica de tabaco	4	3	5	2	14
4	Fábrica de pienso	1	4	4	4	13
5	Taponadoras	1	1	5	5	12
6	Fábrica de fertilizante	1	4	4	2	11
7	Producción de aceite	1	1	4	4	10
8	Fab. mobiliario urbano	1	2	4	2	9

3.5. Análisis de los resultados para la temática Bioeconomía

En esta temática se ha establecido un número mínimo de fabricación de 2 prototipos.

El primero de los prototipos a tratar está relacionado con la biomasa líquida, donde se requiere de un funcionamiento como productor de biogás o secado de lodos o compostaje funcionando en una instalación de producción de los residuos que sirven de materia prima o similar.

De este modo se va a trabajar con los residuos obtenidos de una EDAR empleándolos en una fase de secado, para su posterior aprovechamiento energético.

A continuación de este, se va a tratar con un prototipo alimentado de biomasa sólida, cuyas exigencias están determinadas por su capacidad como recolector de biomasa residual, más en concreto, las deyecciones animales.

3.5.1. Prototipo Bioeconomía 1: secado térmico de la fracción sólida del digestato

El prototipo pretende llevar a cabo un proceso de secado térmico a baja temperatura de la fracción sólida del digestato obtenida en la digestión anaerobia. Este secado térmico se llevará a cabo con el calor obtenido en la combustión del propio biogás generado en el biorreactor, y su posterior densificado (pelletizado).

Si el pellet obtenido a partir de la fracción sólida del digestato no fuese de suficiente calidad y/o no presentara suficiente poder calorífico, se trataría de buscar un aglomerante proveniente de algún residuo maderero para alcanzar los estándares exigidos. El pellet así obtenido puede quemarse en una caldera y proporcionar energía térmica al propio proceso de secado, o bien alimentar al mismo biodigestor en los meses fríos. La Figura 31 muestra el principio de funcionamiento del citado prototipo.

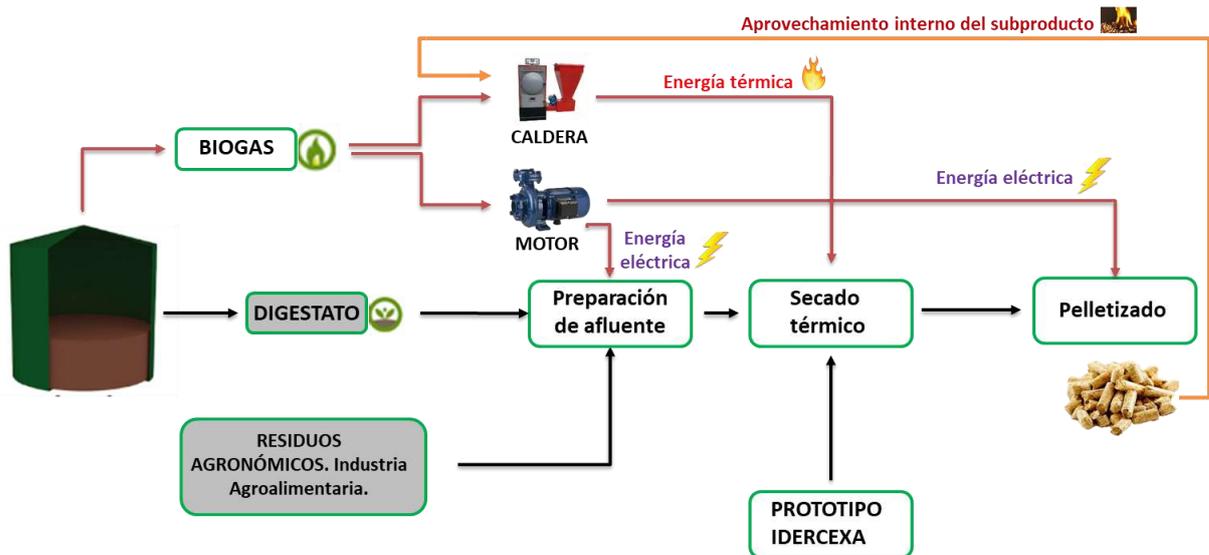


Figura 31. Esquema de funcionamiento del prototipo de la temática Bioeconomía 1

El prototipo contará con un módulo de preparación del afluente, con almacenamiento de residuos o aglomerantes y pretratamiento de los mismos, así como con cámara de mezcla. A continuación, se dispondrá el módulo de secado térmico, basado en cintas transportadoras que hacen circular la torta por la zona de calentamiento y extracción de humedad. Dicho módulo, de forma transversal, contará con el módulo de generación de calor, basado en una bancada de calderas de biogás y biomasa, un módulo de acondicionamiento a temperatura ambiente, igualmente basado en cintas y enfriamiento de la torta, y un módulo final de refinado y pelletizado, el cual permitirá gestionar y modificar la granulometría de la torta y el almacenamiento en bolsas o paquetes del producto final.

Para la determinación de si un sector productivo es adecuado para que albergue la instalación de los prototipos, se han analizado los siguientes criterios.

3.5.1.1. Volumen de agua residual tratada al año

Este criterio permite identificar el tamaño de las EDAR tratadas en el estudio. Por lo general, el prototipo se localizará en aquellas EDAR que presenten un mayor volumen de producción, puesto que en ellas se supone un mayor consumo energético y, por tanto, mayor será el ahorro que supondrá la instalación de tecnologías energéticas innovadoras. La Figura 32 muestra gráficamente este criterio.

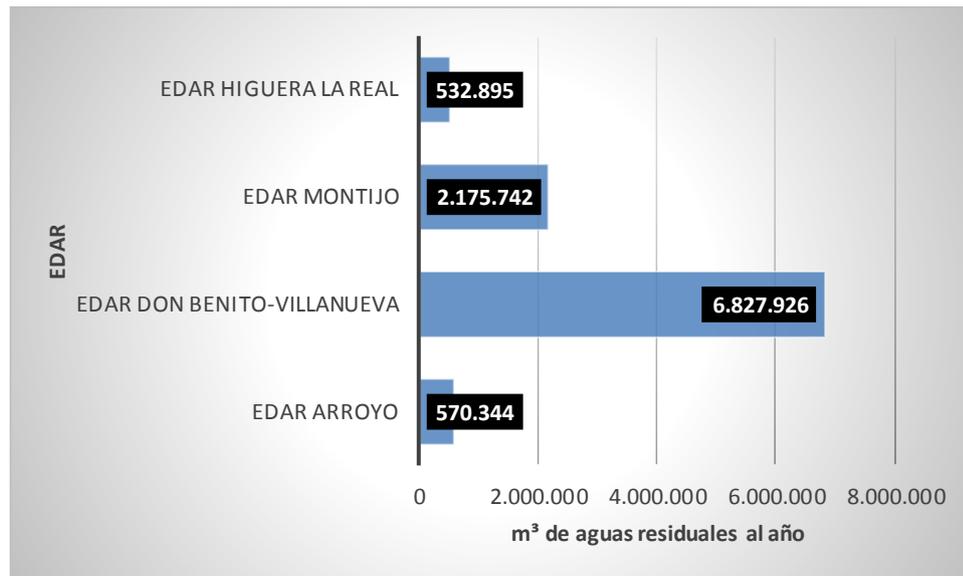


Figura 32. Volumen de agua tratada anualmente en EDAR analizadas

En cuanto al sector de las EDAR, puede comprobarse que se trata de usuarios muy escalonados, es decir, algunas dan servicio a un número reducido de habitantes de una comarca o municipio, mientras que otras tratan un gran volumen de agua residual al año.

Para el sector de producción de sopas, este criterio quedará sujeto a la evaluación de más industrias del propio sector, que permita comparar la cantidad de residuos que se generan en cada una de ellas.

3.5.1.2. Tecnología disponible

La Figura 33 muestra el proceso estándar de depuración que se lleva a cabo en una EDAR que dispone de un biodigestor anaerobio.

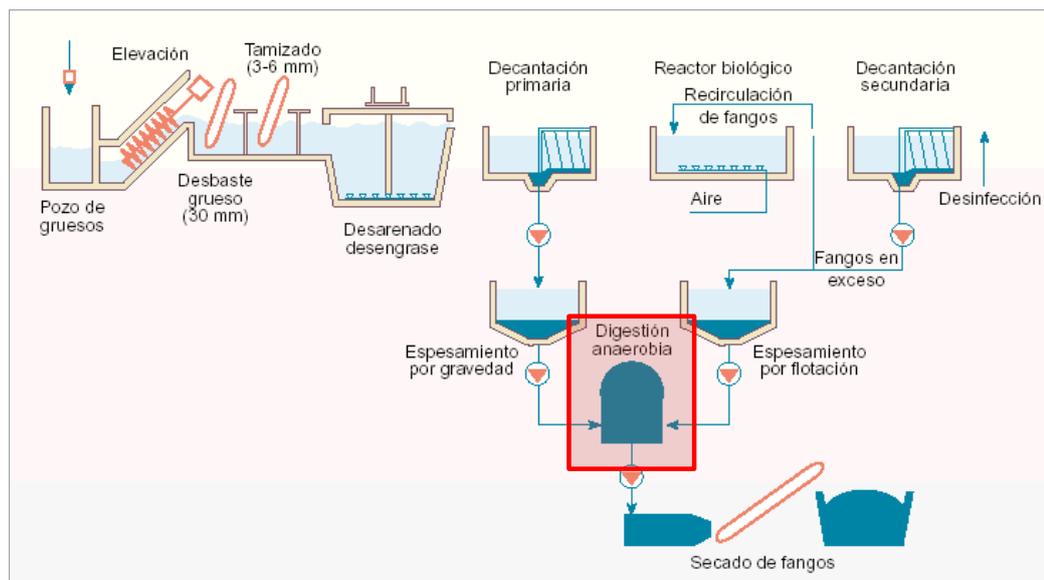


Figura 33. Proceso estándar de depuración de aguas residuales

Este elemento juega un papel fundamental para la implementación del prototipo de temática Bioeconomía 1.

El principio de funcionamiento del prototipo reside en que del digestato que sale del digestor, que es un lodo húmedo, se separan las fracciones sólida y líquida del mismo. El prototipo indicado conseguiría realizar un proceso de secado térmico de la fracción sólida y un posterior densificado para poder ser usado como combustible en una caldera.

En la zona EUROACE, las EDAR que cuentan con un biodigestor aparecen reflejadas en la Figura 34.

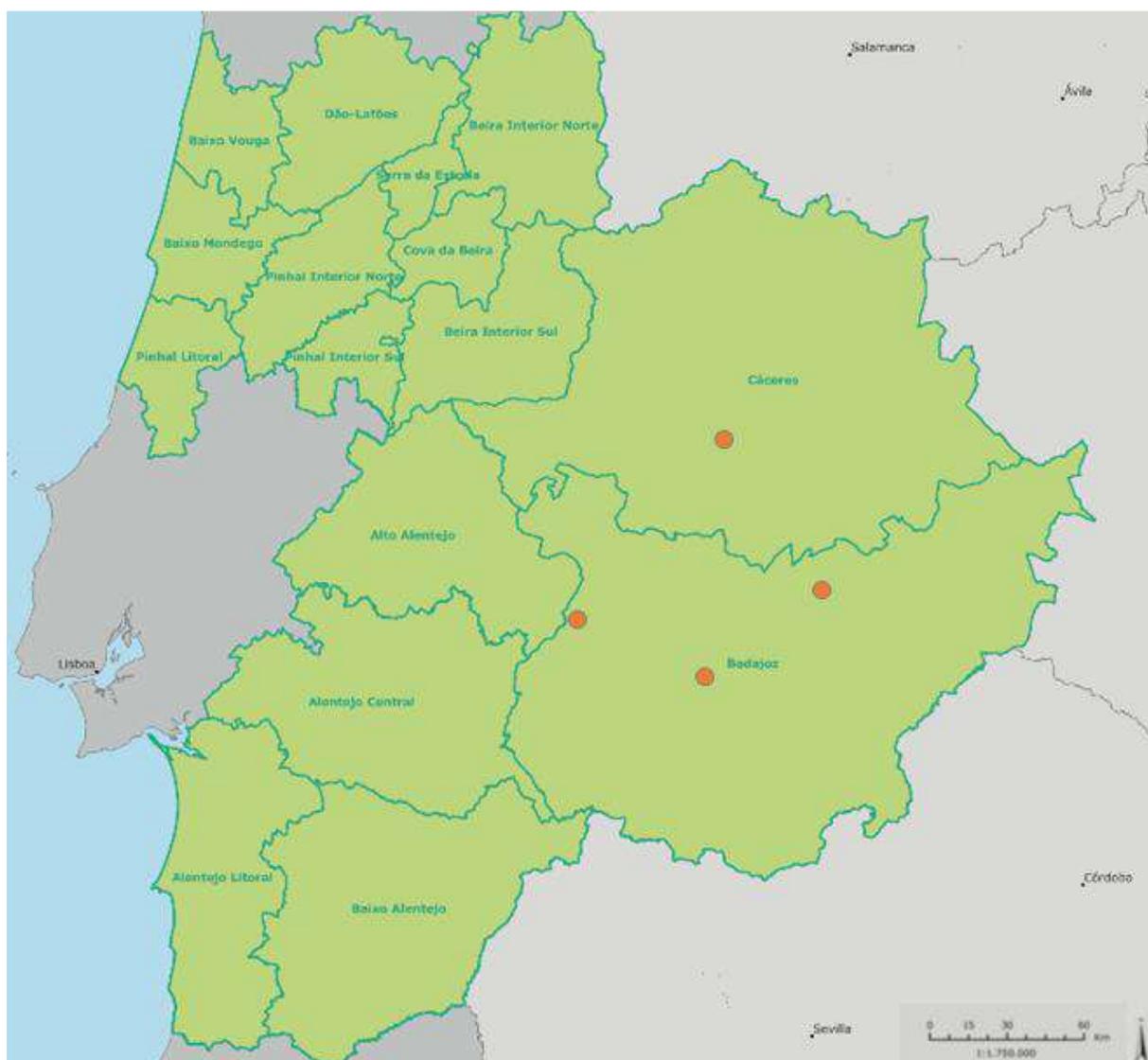


Figura 34. EDAR en la zona EUROACE con biodigestor anaerobio

Se han contemplado, por tanto, aquellos escenarios donde exista la tecnología necesaria para el correcto desarrollo de este prototipo, como un digestor anaerobio.

En aquellas EDARs que no dispongan de esta tecnología, aumentan las dificultades para poder implantar un prototipo de secado térmico. Para ello, sería preciso implementar un sistema de

transporte que permita conectar la fuente de residuos obtenidos del digestato con la propia instalación, lo que elevaría los costes de las infraestructuras y generaría muchos inconvenientes.

3.5.1.3. Potencial de producción de energía primaria de biogás de lodos de EDAR urbanas

En la Tabla 15 se muestra un resumen de los resultados obtenidos para la evaluación de potencial de producción de energía primaria de biogás de lodos de plantas depuradoras de aguas urbanas en España (Estudio Técnico PER 2011-2020: Situación y potencial de generación de biogás, promovido por IDAE).

Tabla 15. Potencial de energía primaria de biogás de lodos de EDAR urbanas

		Producción (t/año)	Lodos potencialmente utilizables (t/año)	Producción potencial máxima de CH ₄ (m ³ /año)	Potencial energético (ktep/año)
1	Cataluña	310.025	193.286	40.589.955	34,9
2	Madrid	261.357	189.872	39.873.120	34,3
3	C.Valenciana	242.826	212.907	44.710.470	38,5
4	Andalucía	94.129	81.092	17.029.215	14,6
5	Baleares	55.705	53.287	11.190.270	9,6
6	Castilla y León	46.346	42.296	8.882.055	7,6
7	Castilla-La-Mancha	42.482	34.003	7.140.525	6,1
8	Galicia	41.116	30.696	6.446.055	5,5
9	Aragón	31.309	20.610	4.327.995	3,7
10	País Vasco	24.391	13.056	2.741.760	2,4
11	Canarias	15.240	6.744	1.416.240	1,2
12	Navarra	9.886	9.547	2.004.870	1,7
13	Extremadura	9.430	7.772	1.632.120	1,4
14	Cantabria	7.733	3.974	834.540	0,7
15	La Rioja	7.018	6.998	1.469.475	1,3
16	Murcia	2.731	1.867	392.070	0,3
17	Asturias	2.229	1.809	379.785	0,3
18	Ceuta y Melilla	1.460	730	153.300	0,1
	TOTAL ESPAÑA	1.205.413	910.546	191.213.820	164

La Comunidad Autónoma de Extremadura no es precisamente una de las comunidades punteras en territorio español en el ámbito de la generación de biogás a partir de lodos de plantas depuradoras, aunque se observa que en España este ámbito goza de un gran potencial, albergando algo más de 1,2 millones de t/año de lodos para la generación de biogás.

Este apartado no se ha podido completar con información de las zonas portuguesas de EUROACE, dado que la fuente del mismo se referencia en un documento público a nivel español. Del mismo modo, no existe biografía actual que permita analizar la situación actual de Região Centro y Alentejo.

No obstante, con la información obtenida para la Comunidad Autónoma de Extremadura, es posible conocer de forma aproximada, el estado actual que gobierna la zona EUROACE en materia de residuos obtenidos de estaciones depuradoras de aguas urbanas.

3.5.2. Prototipo Bioeconomía 2: tratamiento de residuos agroganaderos para aprovechamiento energético

La situación actual que rodea a este prototipo es la siguiente: se dispone de una planta piloto de biogás completa para ensayos de investigación con una capacidad de digestión 1.500 L de residuos. La planta está compuesta por una línea de alimentación, un biodigestor con membrana flexible y una línea de gas conectada a una caldera para su aprovechamiento calorífico.

La planta piloto ha sido construida completamente por empresarios extremeños y actualmente se encuentra funcionando. El propósito no es otro que intentar paliar la problemática surgida hasta el momento en esta instalación mediante un prototipo nuevo, a través del perfeccionamiento y la innovación para optimizar la generación de energía y aprovechamiento del residuo de forma circular.

Algunas de las medidas a tomar en el prototipo a fabricar, en base a la experiencia y el funcionamiento de la instalación actual, son el correcto dimensionamiento de algunas partes de la planta (tuberías, puertas de limpieza y almacenamiento de biogás), la posibilidad de movimiento de la instalación o el control del estado del material a digerir.

El sector estudiado que se postula como candidato para la implementación de este prototipo es el de Explotación porcina y avícola.

3.5.2.1. Características de la planta

3.5.2.1.1. Recepción y alimentación

El almacenamiento del material líquido a digerir (purín) será en un depósito de material plástico con una capacidad de 2 m³ y elevado a una altura determinada para mejorar su vaciado por gravedad. El depósito debe disponer de una salida en la parte inferior (destinada a llenar el depósito de alimentación) y una tapa superior para su llenado.

La alimentación del material al interior del digestor se realizará mediante dos métodos diferentes en función del estado del material (líquido o sólido).

- Material líquido: mediante bombeo de un depósito de acero inoxidable (300 L) al interior del digestor.
- Material sólido: mediante tornillo sinfín con un diámetro de 15 cm como mínimo, situado en la pared del biodigestor y accionado hidráulicamente.

3.5.2.1.2. Biodigestor

El biodigestor consistirá en un depósito con forma cilíndrica de 4 m³ de capacidad total con una altura aproximada de 2,5 m, construido en acero inoxidable y recubierto de material aislante para evitar las pérdidas de calor al exterior. La base del cilindro no debe ser plana sino en forma cónica para facilitar su limpieza. El biodigestor o reactor contiene las siguientes características:

- Tres salidas con válvula manual (descarga o limpieza en el fondo del reactor, toma-muestra en la parte lateral media de la pared y salida de material, ésta última conectada a un depósito de acero inoxidable similar al citado en el apartado anterior con válvula automática) con un diámetro de tubería de 12 cm.
- Entrada de alimento de 12 cm de diámetro accionada manualmente y automáticamente.

- Agitador de hélice accionado con motor eléctrico con unas dimensiones que abarquen toda la capacidad del biodigestor para facilitar la adecuada homogeneización del sustrato a digerir.
- Tubo serpentín interior de acero inoxidable a lo largo de la pared del reactor para regular la temperatura del mismo (los tubos deben ir sellados a la pared interna del biodigestor para evitar la entrada de suciedad en los huecos).
- Boca de ojo de buey transparente de forma circular con posibilidad de abertura, de 30 cm de diámetro localizada en la parte frontal del biodigestor.
- Abertura rectangular (120 x 25 cm) en la pared del biodigestor para la limpieza total del interior del mismo.
- Indicador de nivel de sustrato del biodigestor graduado.
- Parte superior del reactor cubierta con membrana flexible para amortiguar el exceso de volumen generado por el sustrato que se encuentra en digestión.
- Salida de gas producido, situada en la parte superior del biodigestor. Se debe disponer de una válvula automática de alivio para controlar la presión en el interior del reactor.

3.5.2.1.3. Almacenamiento de biogás

El biogás generado será almacenado en dos gasómetros de 5 m³ de capacidad cada uno, contabilizado previamente y eliminados el agua condensada y el ácido contenido en el biogás generado.

3.5.2.1.4. Tratamiento y aprovechamiento de biogás

La depuración llevada a cabo en el biogás generado en el biodigestor consiste en una línea de gas compuesta por una trampa de agua de 2 L de capacidad a la salida del mismo, un contador y un filtro de carbón activo.

El aprovechamiento del biogás en forma calorífica o eléctrica requiere de una presión, la cual será aportada mediante un compresor situado a la salida del gasómetro de 8 bar de presión interna máxima.

3.5.2.2. Peso específico de la energía térmica en los costes energéticos

La Figura 35 muestra el consumo de energía térmica extrapolable a este sector.

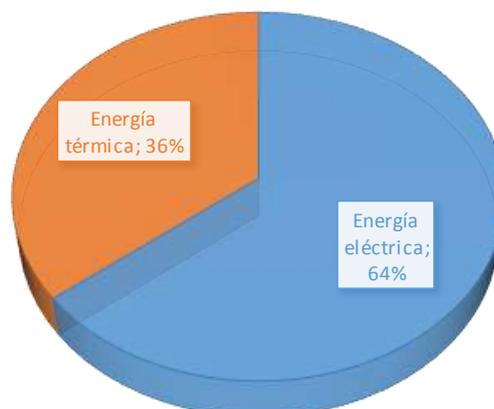


Figura 35. Peso específico de la energía térmica en los costes energéticos (Bioeconomía 2)

Para este tipo de explotaciones, dado su proceso productivo, resulta fundamental la consecución de unas condiciones de confort adecuadas para el correcto desarrollo de los animales. Así, la energía eléctrica se emplea fundamentalmente en la ventilación para las naves de cerdos y la energía térmica, tanto en forma de gas propano como de huesos de aceituna, para aportar calor a los lechones.

3.5.2.3. Explotaciones ganaderas

Un aspecto a tener en cuenta es el número de explotaciones ganaderas que existen en la zona EUROACE. Para hacerse una idea de la magnitud de las mismas, este estudio va a tratar la Comunidad Autónoma de Extremadura como zona representativa de la eumorregión, en cuestión de análisis, para hacer una comparativa con el estado actual de estado español.

En la Tabla 16 se muestran los distintos tipos de ganadería con los que cuentan las explotaciones animales en Extremadura, según datos obtenidos del Censo Agrario de 2009 de Extremadura (Publicado en 2011-2012 por el Instituto Nacional de Estadística).

Tabla 16. Explotaciones ganaderas en Extremadura

	Total		Bovino		Ovino		Caprino		Porcino		Equino		Aves (sin avestruces)		Conejas madres	
	nº	UG	nº	UG	nº	UG	nº	UG	nº	UG	nº	UG	nº	UG	nº	UG
T	20.785	1.170.786	7.876	486.361	9.301	339.564	2.991	26.305	7.181	262.177	5.047	15.949	3.330	40.332	194	99
ST	1.645	73.768	497	22.114	602	13.844	292	3.259	622	22.815	350	1.238	167	10.455	12	43
CT	19.140	1.097.018	7.379	464.247	8.699	325.720	2.699	23.045	6.559	239.363	4.697	14.710	3.163	29.877	182	56

T: Total; ST: Sin tierras; CT: Con tierras; nº: número de explotaciones ganaderas; UG: Unidades Ganaderas

Así, se realiza una subdivisión entre aquellas consideradas “Con tierras” y “Sin tierras”, definidas de la siguiente forma:

- **Explotación agrícola con tierras:** aquella cuya superficie total, en una o varias parcelas, aunque no sean contiguas, sea igual o superior a 0,1 Ha.
- **Explotación agrícola sin tierras:** se entiende por explotación agrícola sin tierras la que con menos de 0,1 Ha. de superficie total posea alguna de las siguientes cantidades de ganadería: una o más cabezas de ganado vacuno; dos o más cabezas entre ganado caballar, mular o asnal; seis o más cabezas entre ganado ovino y caprino; dos o más cabezas de ganado porcino; cincuenta o más aves entre gallinas, pavos, patos, ocas, pintadas, palomas, codornices, faisanes y perdices criadas en cautividad; treinta o más conejas madres; diez o más colmenas.

Por tanto, para el presente análisis se van a contemplar aquellas explotaciones denominadas sin tierras, por ser estas las más próximas a las explotaciones intensivas (ambas están definidas por una alta carga de animales por hectárea, según recoge el *Estudio de situación de la ganadería extensiva en España (I) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente*).

Por todo lo anterior, serán las explotaciones sin tierras, aquellas donde la recogida de deyecciones animales resultará una tarea asequible y fácilmente ejecutable.

Además de ello, se hará especial hincapié en aquellas explotaciones de ganado porcino y avícola, ya que componen los principales sectores evaluados para la adecuación del presente prototipo.

En la Tabla 17, se muestran los datos obtenidos por el Censo Agrario de 2009 a nivel Nacional (Publicado en 2011-2012) del Instituto Nacional de Estadística.

Tabla 17. Explotaciones ganaderas en España

	Total		Bovino		Ovino		Caprino	
	nº	UG	nº	UG	nº	UG	nº	UG
T	242.630	14.830.940	111.837	4.164.525	68.975	1.657.422	29.862	236.352
ST	18.194	2.523.076	5.546	242.212	5.214	157.736	3.428	39.930
CT	224.436	12.307.864	106.291	3.922.313	63.761	1.499.686	26.434	196.422

	Porcino		Equino		Aves (sin avestruces)		Conejas madres	
	nº	UG	nº	UG	nº	UG	nº	UG
T	69.772	6.154.679	51.033	254.299	96.958	2.341.888	24.947	21.774
ST	4.648	1.324.533	3.502	17.721	2.967	734.915	769	6.029
CT	65.124	4.830.146	47.531	236.578	93.991	1.606.973	24.178	15.745

T: Total; ST: Sin tierras; CT: Con tierras; nº: número de explotaciones ganaderas; UG: Unidades Ganaderas

Para el análisis, por tanto, será necesario realizar una comparativa entre las explotaciones porcinas y avícolas a nivel nacional y extremeño, tal y como se refleja en la Tabla 18.

Tabla 18. Comparativa entre Extremadura y España

	Porcino				Aves (excepto avestruces)			
	ESPAÑA		EXTREMADURA		ESPAÑA		EXTREMADURA	
	nº	UG	nº	UG	nº	UG	nº	UG
T	69.772	6.154.679	7.181	262.177	96.958	2.341.888	3.330	40.332
ST	4.648	1.324.533	622	22.815	2.967	734.915	167	10.455
CT	65.124	4.830.146	6.559	239.363	93.991	1.606.973	3.163	29.877

Atendiendo al número de explotaciones porcinas (69.772) que tienen lugar en territorio nacional, es fácil comprobar que se trata de una temática con mucho recorrido y de una magnitud importante en España.

De la misma forma ocurre en Extremadura, donde las explotaciones porcinas (7.181) representan poco más del 10% del total en España. Estos datos ponen de manifiesto a Extremadura como una Comunidad de fuerte tradición porcina, cuyo peso a nivel nacional adquiere cierta importancia.

En cuanto a las explotaciones sin tierras, este porcentaje se ve incrementado hasta algo más de un 13%, dando mayor potencial de aprovechamiento a las deyecciones porcinas de esta región.

En lo relativo a las explotaciones avícolas, a nivel nacional, el número de las mismas aumenta hasta las 96.958, no ocurriendo lo mismo con la comunidad extremeña, donde se ubican 3.330 de estas explotaciones.

Esto supone que 3 de cada 100 explotaciones avícolas en España se sitúen en Extremadura. Este porcentaje decae notoriamente respecto al de explotaciones porcinas, dado que el cerdo ibérico es uno de los principales estandartes ganaderos de esta Comunidad, algo que no sucede con las aves.

En cuanto a las explotaciones avícolas sin tierras, en Extremadura se ubican 167, lo que supone un 5% del total a nivel nacional.

De esta forma, la Comunidad Autónoma de Extremadura, y la zona EUROACE por extensión, puede considerarse como un entorno interesante y atractivo para el desarrollo de tecnologías destinadas al aprovechamiento de los residuos animales, no solo por la magnitud que alcanzan, sino por el peso que representan a nivel nacional.

3.5.2.4. Potencial de los residuos/subproductos de ganadería

La Tabla 19 muestra el potencial energético de los residuos ganaderos en España (Estudio Técnico PER 2011-2020: Situación y potencial de generación de biogás, promovido por IDAE).

Tabla 19. Estimación de los potenciales accesibles de biogás (ktep/año) de deyecciones ganaderas

	Comunidad Autónoma	TOTAL	
		(t/año)	(ktep/año)
1	Cataluña	9.681.819	243,1
2	Aragón	7.871.358	193,6
3	Castilla y León	7.239.493	202,2
4	Andalucía	5.113.090	158,4
5	Castilla-La Mancha	4.677.323	143,9
6	R. de Murcia	2.900.358	65,8
7	Extremadura	2.457.777	89,2
8	C. Valenciana	1.974.957	53,5
9	Cantabria	1.931.617	49,1
10	Navarra	1.236.666	34,2
11	Galicia	1.106.166	41,4
12	P. de Asturias	625.206	17,6
13	Madrid	612.285	17,8
14	La Rioja	508.385	14,2
15	Canarias	420.590	15,6
16	País Vasco	389.992	14,6
17	Baleares	176.998	7,3
18	Ceuta	39	0,1
	TOTAL ESPAÑA	48.924.119	1.361,6

Puede apreciarse el potencial de la Comunidad Autónoma de Extremadura en el ámbito de los residuos de la ganadería para aprovechamiento energético, que la sitúa como la séptima comunidad con mayor

potencial (medido en toneladas anuales) y la sexta comunidad, si se mide en kilo toneladas equivalentes de petróleo.

Esta clasificación pone de manifiesto el interés que puede residir en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el desarrollo de tecnologías de aprovechamiento de residuos ganaderos, ya que dicha comunidad representa un potencial aproximado del 5% existente comprendido en territorio español.

Este apartado no se ha podido completar con información de las zonas portuguesas de EUROACE, dado que la fuente del mismo se referencia en un documento público a nivel español. Del mismo modo, no existe biografía actual que permita analizar la situación actual de Região Centro y Alentejo.

No obstante, con la información obtenida para la Comunidad Autónoma de Extremadura, es posible conocer de forma aproximada, el estado actual que gobierna la zona EUROACE en materia de residuos obtenidos de deyecciones animales.

3.6. Análisis de los resultados para la temática Edificación Sostenible y Movilidad

El procedimiento seguido en esta temática ha sido diferente al del resto de temáticas del proyecto. En esta ocasión, en lugar de determinar unos sectores cuyas necesidades puedan verse cubiertas parcial o totalmente por las tecnologías IDERCEXA, se optó por partir del emplazamiento de los prototipos en unas localizaciones determinadas y determinar seguidamente cuáles son los sectores que más podrían aprovecharse de estas tecnologías.

3.6.1. Tipología de edificios según su uso principal

Los edificios se han clasificado en función de su uso, según el CTE (Código Técnico de la Edificación), en los siguientes tipos:

- **Administrativo:** Edificio, establecimiento o zona en el que se desarrollan actividades de gestión o de servicios en cualquiera de sus modalidades como, por ejemplo, centros de la administración pública, bancos, despachos profesionales, oficinas, etc.



Figura 36. Torre Caja Badajoz, en Badajoz

- **Aparcamiento:** Edificio, establecimiento o zona independiente o accesoria de otro uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m², incluyendo las dedicadas a revisiones tales como lavado, puesta a punto, montaje de accesorios, comprobación de neumáticos y faros, etc., que no requieran la manipulación de productos o de útiles de trabajo que puedan presentar riesgo adicional y que se produce habitualmente en la reparación propiamente dicha.



Figura 37. Parking de la Hispanidad, en Cáceres

- **Comercial:** Edificio o establecimiento cuya actividad principal es la venta de productos directamente al público o la prestación de servicios relacionados con los mismos, incluyendo, tanto las tiendas y a los grandes almacenes, los cuales suelen constituir un único establecimiento con un único titular, como los centros comerciales, los mercados, las galerías comerciales, etc. También se consideran de uso comercial aquellos establecimientos en los que se prestan directamente al público determinados servicios no necesariamente relacionados con la venta de productos, pero cuyas características constructivas y funcionales, las del riesgo derivado de la actividad y las de los ocupantes se puedan asimilar más a las propias de este uso que a las de cualquier otro. Como ejemplos de dicha asimilación pueden citarse lavanderías, salones de peluquería, etc.



Figura 38. Centro Comercial Évora Plaza

- **Docente:** Edificio, establecimiento o zona destinada a docencia, en cualquiera de sus niveles: escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria, secundaria, universitaria o formación profesional.



Figura 39. Instituto Politécnico de Beja

- **Hospitalario:** Edificio o establecimiento destinado a asistencia sanitaria con hospitalización de 24 horas y que está ocupado por personas que, en su mayoría, son incapaces de cuidarse por sí mismas, tales como hospitales, clínicas, sanatorios, residencias geriátricas, etc.



Figura 40. Hospital de Mérida

- **Pública concurrencia:** Edificio o establecimiento destinado a alguno de los siguientes usos: cultural (destinados a restauración, espectáculos, reunión, esparcimiento, deporte, auditorios, juego y similares), religioso y de transporte de personas.



Figura 41. Pabellón polideportivo, en Plasencia

- **Residencial público:** Edificio o establecimiento destinado a proporcionar alojamiento temporal, regentado por un titular de la actividad diferente del conjunto de los ocupantes y que puede disponer de servicios comunes, tales como limpieza, comedor, lavandería, locales para reuniones y espectáculos, deportes, etc. Incluye a los hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos, etc.



Figura 42. Hotel Ibis, en Leiria

- **Residencial vivienda:** Edificio o zona destinada a alojamiento permanente, cualquiera que sea el tipo de edificio: vivienda unifamiliar, edificio de pisos o de apartamentos, etc.



Figura 43. Edificio Matisse, en Cáceres

A modo de resumen, la Figura 44 muestra los tipos de uso en las edificaciones mencionadas anteriormente.

ADMINISTRATIVO	(administración pública, bancos, despachos, oficinas, consultas médicas...)
APARCAMIENTO	(estacionamiento y taller de vehículos >100m ² . Excepto exteriores y unifamiliares)
COMERCIAL	(centros comerciales, tiendas, mercados, galerías, lavanderías, peluquerías ...)
DOCENTE	(escuelas infantiles, primaria, secundaria, universitaria, formación profesional, ...)
HOSPITALARIO	(hospitalización de 24 h: hospitales, clínicas, sanatorios, geriátricos, ...)
PÚBLICA CONCURRENCIA	(cultura, restaur., espectáculo, deporte, juego, religioso, transporte, ...)
RESIDENCIAL PÚBLICO	(hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos, ...)
RESIDENCIAL VIVIENDA	(edificios con más de una vivienda, dotados de zonas comunes)
RESIDENCIAL VIVIENDA	(viviendas unifamiliares)

Figura 44. Tipologías de uso de las edificaciones según el CTE

3.6.2. Prototipos IDERCEXA de la temática Edificación Sostenible y Movilidad

3.6.2.1. Sistema de protección solar fotovoltaica orientable

La Figura 45 muestra una ilustración del presente prototipo.

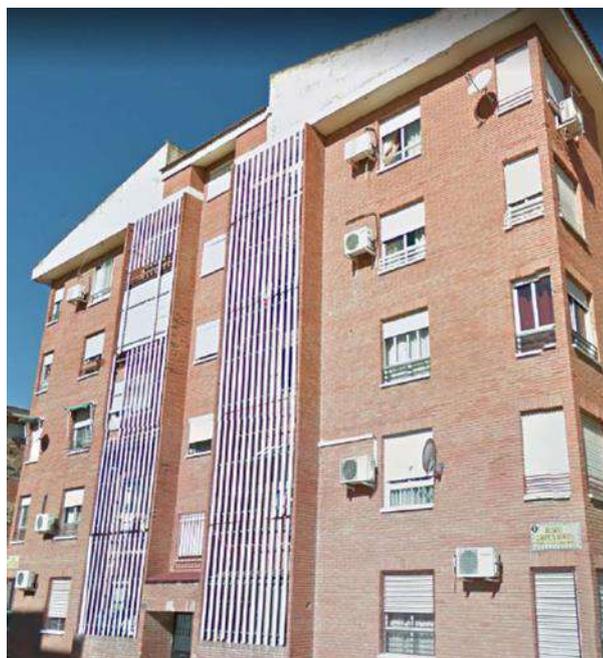


Figura 45. Sistema de protección solar fotovoltaica orientable

Se trata de un sistema que persigue un objetivo de mejora de consumo en el edificio, cubriéndose los gastos eléctricos en stand-by sin necesidad de baterías.

Asimismo, para conseguir el máximo aprovechamiento de la instalación es necesario desarrollar un sistema de anclaje manual para los paneles solares que permitan variar su inclinación en un eje de forma manual en cada época del año desde el interior del edificio. Con ello se conseguiría mejorar hasta en un 30% el rendimiento del sistema fotovoltaico.

Las edificaciones susceptibles de recibir esta tecnología IDERCEXA vienen reflejadas en la Tabla 20.

Tabla 20. Edificaciones susceptibles para protección solar fotovoltaica orientable

ADMINISTRATIVO	X
APARCAMIENTO	
COMERCIAL	X
DOCENTE	
HOSPITALARIO	
PÚBLICA CONCURRENCIA	
RESIDENCIAL PÚBLICO	X
RESIDENCIAL VIVIENDA	X

Aunque se trata de una tecnología susceptible de instalación en cualquier edificación para reducir un porcentaje de su consumo eléctrico, dadas sus necesidades constructivas —una gran fachada—, los edificios de viviendas y de oficinas, hoteles y grandes centros comerciales serían los candidatos que acogerían de mejor forma esta tecnología.

Un requisito fundamental para la recepción de esta tecnología reside en una integración de los paneles solares en fachadas orientadas al Sur, Sur-Este y Sur-Oeste.

Llama la atención como este tipo de tecnologías han ido evolucionando a lo largo del tiempo. En 2016 se publicaba un artículo “Sistemas de Protección solar exterior. Las lamas orientables” donde se empleaban lamas orientables en las fachadas de los edificios, del mismo modo que pretende esta tecnología, aunque el objetivo que perseguían era el de mantener un rango de temperaturas aceptable en las estancias mediante la prevención de la penetración de la luz solar.



Figura 46. Lamas orientables

3.6.2.2. Sistema de orientación automático para cubierta solar fotovoltaica

La Figura 47 muestra una ilustración del citado prototipo.



Figura 47. Sistema de orientación automático para cubierta solar fotovoltaica

Este sistema consiste en la integración de los paneles solares en cubiertas con el espesor del sistema de aislamiento, aprovechando los andamiajes del sistema de rehabilitación de cubierta para la instalación de los anclajes.

Con su utilización se produce una mejora de consumo en la edificación, cubriéndose los gastos eléctricos de stand-by sin necesidad de baterías.

Para conseguir el máximo aprovechamiento de esta instalación, es preciso el desarrollo de un sistema hidráulico/electrónico para un seguimiento automático solar de los paneles, el cual conseguirá optimizar en un 40% el rendimiento del sistema.

Las edificaciones susceptibles de recibir esta tecnología IDERCEXA vienen reflejadas en la Tabla 21.

Tabla 21. Edificaciones susceptibles para sistema de orientación automático

ADMINISTRATIVO	X
APARCAMIENTO	
COMERCIAL	X
DOCENTE	X
HOSPITALARIO	X
PÚBLICA CONCURRENCIA	X
RESIDENCIAL PÚBLICO	X
RESIDENCIAL VIVIENDA	X

Se trata de un sistema de fácil instalación que puede ser aprovechado por cualquier edificación para reducir un porcentaje de su consumo eléctrico.

En relación a esta tecnología, no hace mucho, en 2014, cuando por todo el mundo era concebida la orientación hacia el Sur de los paneles como una ley irrefutable, un estudio realizado en California comenzaba a cuestionarse si era la mejor opción. Según afirma el artículo *“Los paneles solares no deberían orientarse siempre hacia el sur, sino hacia el oeste”*, la mayor producción solar se conseguiría durante las horas del mediodía, siendo interesante para el consumidor que la orientación no fuera precisamente hacia el Sur. Este hecho hace que sea necesaria la instalación de este prototipo y su posterior estudio de funcionamiento.

3.6.2.3. Sistema de código abierto para carga fotovoltaica de vehículos

La Figura 48 muestra una ilustración del presente prototipo.



Figura 48. Sistema de código abierto para carga fotovoltaica de vehículos

El sistema planteado pretende resolver la transformación de energía solar fotovoltaica en carga para vehículo, la cual se realiza normalmente con la red eléctrica convencional.

Para ello, las tecnologías implementadas constituyen dispositivos de código abierto con las siguientes funcionalidades:

- Selección de tipo de carga, fotovoltaica o de red.
- Monitoreo de la carga y gráficas del resultado.
- Avisos al usuario cuando la carga esté completa.
- Predicción meteorológica.
- Compatibilidad con cualquier tipo de vehículo y paneles.
- Adaptable a cualquier tipo de potencia contratada.

Las edificaciones susceptibles de recibir esta tecnología IDERCEXA vienen reflejadas en la Tabla 22.

Tabla 22. Edificaciones susceptibles para sistema de carga fotovoltaica de vehículos

ADMINISTRATIVO	
APARCAMIENTO	X
COMERCIAL	
DOCENTE	
HOSPITALARIO	
PÚBLICA CONCURRENCIA	
RESIDENCIAL PÚBLICO	
RESIDENCIAL VIVIENDA	

Se trata de un sistema pensado para desarrollarse en aparcamientos de vehículos, donde se dispone de una estructura adecuada para sustentar los paneles fotovoltaicos, además de ser un lugar de congregación de vehículos.

Un aparcamiento es el lugar idóneo para su ubicación. No obstante, si se dispone del espacio necesario, es posible realizar una instalación de esta tecnología, aunque de menor escala, para un uso privado de la misma, como se muestra en la Figura 49.



Figura 49. Sistema de carga fotovoltaico instalado en aparcamiento privado

En sintonía con esta tecnología, se encuentra la noticia *“Tesla abre el primer Supercargador con zona de espera. 40 puntos de recarga, energía solar y cafetería”*, del pasado año 2016 e ilustrada en la Figura 50.

Estos avances recientes en el campo de la automoción denotan un gran interés por parte del campo de la investigación en la aplicabilidad de las energías renovables a los medios de transporte.



Figura 50. Supercargador de Tesla

3.6.2.4. Sistema de optimización de consumo de caldera de biomasa

La Figura 51 muestra una ilustración del presente prototipo.

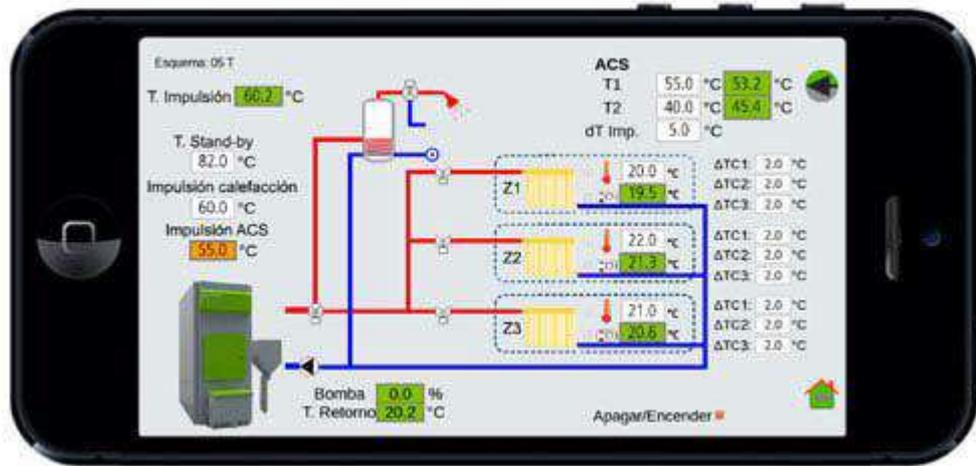


Figura 51. Sistema de optimización de consumo de caldera de biomasa

Este prototipo consiste en un sistema universal de código abierto para la gestión inteligente de instalaciones de biomasa, optimizando así el funcionamiento de calderas y estufas de biomasa, así como su gestión y mantenimiento.

Las funcionales de las que dispone esta tecnología son las siguientes:

- Control de humedad del silo o depósito para informar del rendimiento real del combustible y su poder calorífico según sus condiciones ambientales.
- Nivel de llenado de ceniza del depósito.
- Temperatura de entrada y salida del aire y/o agua del sistema para calcular el rendimiento en tiempo real de la caldera o estufa para determinar fallos de funcionamiento o posibles optimizaciones.
- Análisis de combustión y humos para determinar la cantidad de elementos volátiles y evitar la propulsión de partículas nocivas para la salud a la atmósfera.
- Sistema de recomendación, aviso y alarma a dispositivos móviles sobre el estado y funcionamiento de la caldera para ahorro de visitas de mantenimiento, ahorro de combustible y evitar fallos.

Las edificaciones susceptibles de recibir esta tecnología IDERCEXA vienen reflejadas en la Tabla 23.

Tabla 23. Edificaciones susceptibles para sistema de optimización de consumo de biomasa

ADMINISTRATIVO	X
APARCAMIENTO	
COMERCIAL	X
DOCENTE	X
HOSPITALARIO	X
PÚBLICA CONCURRENCIA	X
RESIDENCIAL PÚBLICO	X
RESIDENCIAL VIVIENDA	X

Se trata de un sistema cuya instalación está abierta a cualquier tipología de caldera de biomasa. Por tanto, todos aquellos recintos donde esté ubicada una caldera de biomasa puede ser susceptible de estar dotado de esta tecnología.

A renglón seguido, la noticia publicada por un portal de eficiencia “*La biomasa tiene potencial en España para alcanzar un balance positivo de 2.150 millones de euros en 2021*” genera unas grandes expectativas para este tipo de tecnologías de cara al futuro, como muestra la Figura 52.

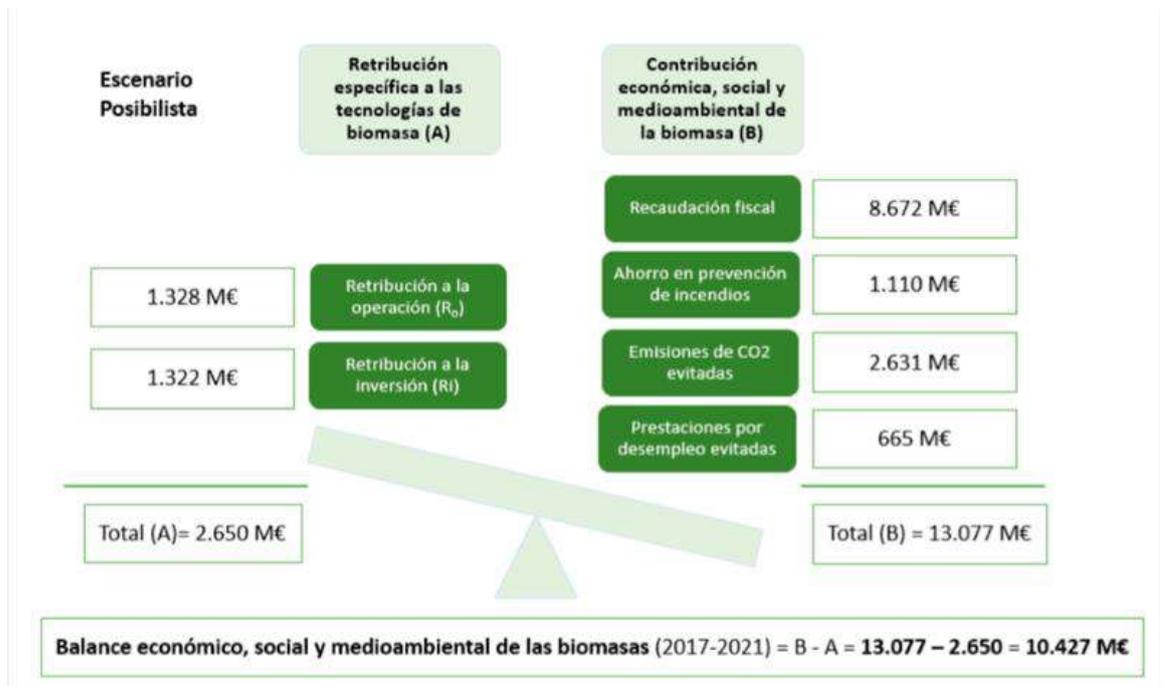


Figura 52. Balance económico de la biomasa en España en un escenario posibilista (2017-2021)

3.6.2.5. Sistema de optimización y control de consumo eléctrico de edificios terciarios

La Figura 53 muestra una ilustración del presente prototipo.



Figura 53. Sistema de optimización y control de consumo eléctrico de edificios terciarios

Esta tecnología se desarrolla con el objetivo de diagnosticar problemas energéticos en las edificaciones y fomentar buenos hábitos de uso. Se trata de un sistema de código abierto para la monitorización y

control de consumos energéticos a bajo coste, con el objetivo de amortizar la inversión en el menor tiempo posible.

Las funcionalidades de este sistema son las siguientes:

- Sensor de consumo eléctrico monofásico y trifásico a partir de pinza amperimétrica.
- Sensor de temperatura y humedad interior y exterior para determinar malos hábitos en sistemas de climatización.
- Relés y contactores de control telemático de circuitos eléctricos de manera remota y con control horario.
- Sistema de detección de presencia y células fotoeléctricas para control de circuitos de iluminación.

Las edificaciones susceptibles de recibir esta tecnología IDERCEXA vienen reflejadas en la Tabla 24.

Tabla 24. Edificaciones susceptibles para sistemas de optimización y control de consumo eléctrico

ADMINISTRATIVO	X
APARCAMIENTO	
COMERCIAL	X
DOCENTE	
HOSPITALARIO	
PÚBLICA CONCURRENCIA	X
RESIDENCIAL PÚBLICO	
RESIDENCIAL VIVIENDA	

El sistema está diseñado para edificios terciarios. Los de tipo administrativo, comerciales y de pública concurrencia (oficinas, tiendas, hoteles...) presentan rasgos comunes en ineficiencias energéticas y esta tecnología posibilita una solución para mejorar su consumo energético.

Desde las instituciones también se está trabajando para conseguir reducir y optimizar el consumo eléctrico de edificios. Tanto es así que el CTE (documento legal de referencia en temática constructiva) lo incluye dentro de los aspectos de eficiencia energética de los edificios, que establece la obligación de revisar y actualizar los requisitos mínimos de eficiencia energética periódicamente, a intervalos no superiores a cinco años con el fin de adaptarlos a los avances técnicos del sector de la construcción.

Una de las medidas revisadas con respecto a la anterior versión es uso de energía procedente de fuentes renovables, que se plantea un aporte del 50% del consumo de energía primaria en la situación límite de consumo de energía primaria total. Asimismo, se mantiene la obligación de utilizar un cierto porcentaje de energía renovable para cubrir las necesidades de ACS (sección HE 4), y también la de generación de energía eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos y otros procedimientos, en edificios de uso terciario (sección HE 5).

3.6.2.6. Sistema de refrigeración autónomo mediante enfriamiento evaporativo

La Figura 54 muestra una ilustración del presente prototipo.



Figura 54. Sistema de refrigeración autónomo mediante enfriamiento evaporativo

El sistema de refrigeración evaporativo autónomo permite la refrigeración óptima a partir de energía fotovoltaica sin el uso de baterías o inversores que encarecen el sistema y complejizan su funcionamiento.

El sistema propuesto consta de los siguientes elementos:

- Paneles solares térmicos convencionales de 12V y entre 100 y 250W de potencia pico.
- Sistema de control de potencia con potenciómetro controlado por
- termostato y por aplicación móvil.
- Sistema de ventilación a 12V regulable.
- Sistema de rociadores de agua con bomba de caudal variable controlada por el sistema inteligente.
- Sistema de filtros de celulosa para intercambio agua-aire.
- Sistema de conducción y difusión de aire.
- Aplicación móvil de control y optimización del sistema.

Las edificaciones susceptibles de recibir esta tecnología IDERCEXA vienen reflejadas en la Tabla 25.

Tabla 25. Edificaciones susceptibles de recibir la tecnología IDERCEXA

ADMINISTRATIVO	
APARCAMIENTO	
COMERCIAL	X
DOCENTE	
HOSPITALARIO	
PÚBLICA CONCURRENCIA	X
RESIDENCIAL PÚBLICO	
RESIDENCIAL VIVIENDA	

Uno de las mejores localizaciones para la instalación de un sistema de enfriamiento evaporativo son espacios al aire libre como terrazas de restaurantes u hoteles, puesto que se trata de ambientes muy

concurridos (en verano expuestos a altas temperaturas) donde no se puede instalar otro sistema de climatización que no sean aquellos con rociadores de agua como el que trata este prototipo.

Del mismo modo, industrias donde no se requieran unas condiciones de humedad determinadas, podrían ser susceptibles de recibir este sistema de refrigeración.

3.6.2.7. Sistema inteligente de chimenea solar con alimentación fotovoltaica

La Figura 55 muestra una ilustración del presente prototipo.

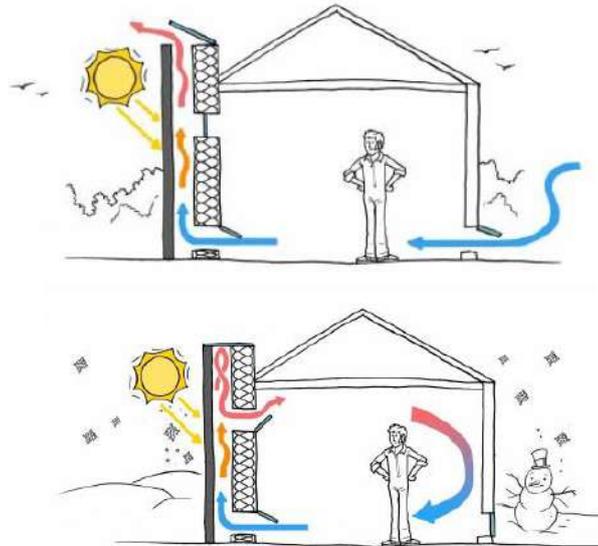


Figura 55. Sistema inteligente de chimenea solar con alimentación fotovoltaica

Los sistemas de chimenea solar son equipos apropiados para la climatización de edificios en climas mediterráneos y oceánicos. Su principio de funcionamiento reside en aprovechar el calor del sol para calentar el interior por efecto invernadero (en invierno), o bien generar una corriente de aire que mejore la sensación térmica del edificio (en verano). La inversión necesaria para este tipo de tecnologías es amortizable en un periodo de hasta tres años, debido a los ahorros energéticos obtenidos en calefacción, refrigeración y ventilación.

Para satisfacer estas necesidades, las tecnologías IDERCEXA desarrolladas se fundamentan en un control en código abierto de chimeneas solares que realice la función de apertura y cierre automático de compuertas y rejillas, de acuerdo al funcionamiento óptimo de la instalación de la chimenea solar. Las edificaciones susceptibles de recibir esta tecnología IDERCEXA vienen reflejadas en la Tabla 26.

Tabla 26. Edificaciones susceptibles de recibir la tecnología IDERCEXA

ADMINISTRATIVO	X
APARCAMIENTO	
COMERCIAL	X
DOCENTE	
HOSPITALARIO	X
PÚBLICA CONCURRENCIA	X
RESIDENCIAL PÚBLICO	X
RESIDENCIAL VIVIENDA	X

Este sistema puede resultar muy interesante para edificaciones con grandes fachadas, dadas sus necesidades constructivas. Por tanto, más allá de los edificios de viviendas, se puede considerar su instalación para oficinas, centros comerciales, hospitales, hoteles, etc.

Dado que, en verano, el régimen de funcionamiento de un edificio docente es muy bajo, este sistema perdería efectividad y los plazos de amortización serían más extensos, por lo que su instalación en estos recintos no sería tan aconsejable.

Un requisito para la instalación de este sistema es determinar su construcción en la fachada orientada al Sur, puesto que reciben una mayor radiación que el resto.

De la misma forma, es necesario elegir materiales de construcción que optimizan la acumulación de calor y la luz como paredes de cristal, que tienen el mayor potencial en la luz del filtro, y componentes en pintura negro, que promueven y mejoren la absorción de la luz solar.

Tal y como aparece en una noticia publicada en un medio español —“*Chimenea solar: un siglo después, el sueño de un ingeniero español ve la luz*”, se trata de un concepto que data de hace más de un siglo (Figura 56). Pero no es hasta la fecha cuando se cuenta con los suficientes recursos tecnológicos para dar salida a esta antigua idea. De esta forma, se pretende mejorar la idea inicial con el desarrollo de este prototipo, dotado con un sistema inteligente con alimentación fotovoltaica.

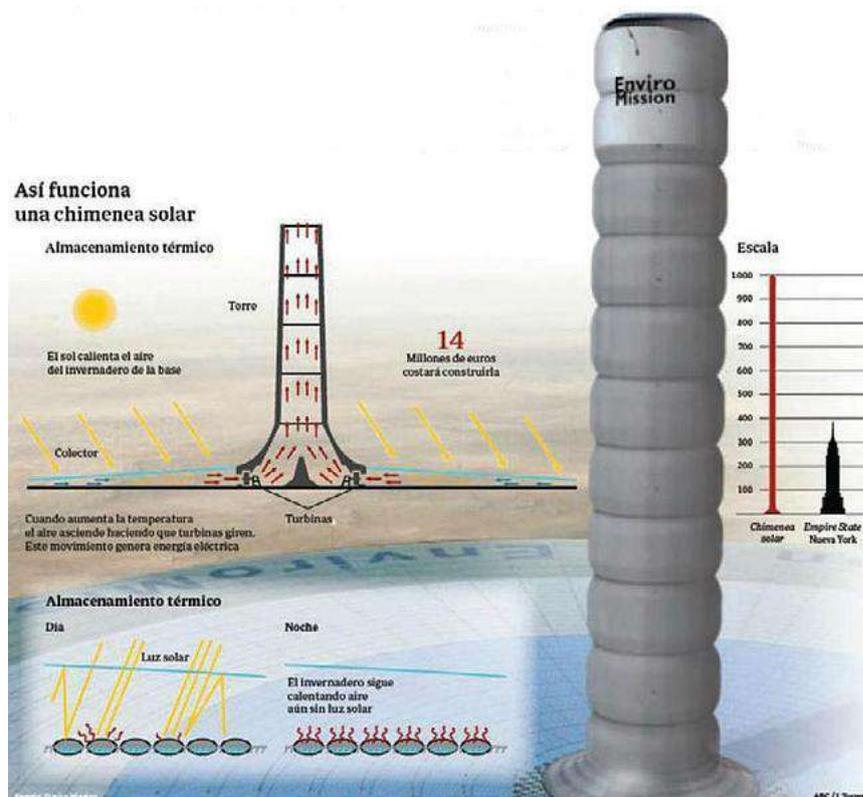


Figura 56. Funcionamiento de chimenea solar

3.6.2.8. Sistema inteligente de control de sistemas de geotermia tierra-aire

La Figura 57 muestra una ilustración del presente prototipo.

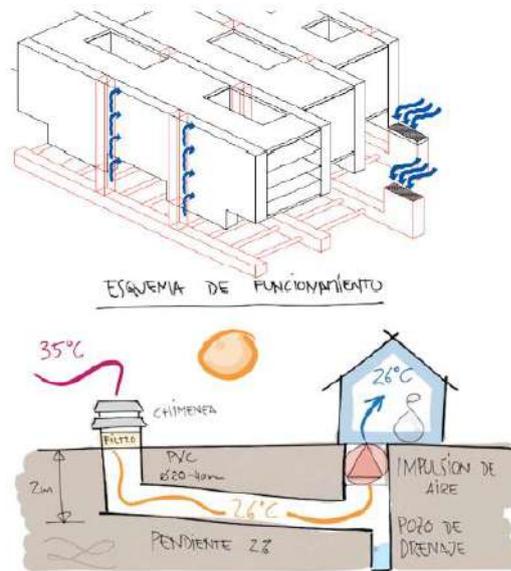


Figura 57. Sistema inteligente de control de sistemas de geotermia tierra-aire

El proyecto IDERCEXA desarrollará un sistema de control inteligente de ventilación geotérmica tierra-aire con los siguientes componentes:

- Controlador de ventilador de caudal variable.
- Sonda de temperatura, humedad y calidad del aire interior.
- Sonda de humedad de los conductos y pozo de drenaje.
- Sonda de temperatura y humedad exterior.
- Sonda de temperatura, humedad y calidad del aire en el conducto.

Las edificaciones susceptibles de recibir esta tecnología IDERCEXA vienen reflejadas en la Tabla 27.

Tabla 27. Edificaciones susceptibles de recibir la tecnología IDERCEXA

ADMINISTRATIVO	X
APARCAMIENTO	
COMERCIAL	X
DOCENTE	X
HOSPITALARIO	X
PÚBLICA CONCURRENCIA	X
RESIDENCIAL PÚBLICO	X
RESIDENCIAL VIVIENDA	X

De forma general, se pueden instalar sistemas de calefacción y refrigeración por geotermia en la mayoría de viviendas unifamiliares, siendo este caso el más habitual, aunque es susceptible de instalación en bloques de viviendas y otros edificios, como hospitales, oficinas, centros comerciales, pabellones deportivos y hoteles.

Dado que esta tecnología está centrada en satisfacer necesidades de ventilación, se excluye la tipología de aparcamiento para recibir esta tecnología.

Sin embargo, un requisito fundamental es que, debido a las perforaciones o excavaciones que hay que realizar para colocar las sondas de captación, este tipo de instalaciones requieren de un estudio previo.

En cuestiones de geotermia, según publica esta noticia: “Proyectos de geotermia, aún puntuales en España, pero viables y de referencia”, parece que España está integrada de forma puntual, aunque con unos resultados excelentes.

De hecho, unos de los proyectos europeos de referencia se encuentran en el centro de Madrid, habiéndose monitorizado la instalación y calculado unos ahorros de entre el 60 y 70 % de energía con respecto a los equipos convencionales.

Finalmente, en la Tabla 28 y Tabla 29 se muestra, de forma resumida, la información extraída del análisis de los prototipos de la temática Edificación Sostenible y Movilidad.

Tabla 28. Aplicabilidad para los prototipos de Edificación Sostenible y Movilidad (1)

	Sistema de protección solar fotovoltaica orientable	Sistema de orientación automático para cubierta solar fotovoltaica	Sistema de código abierto para carga fotovoltaica de vehículos	Sistema de optimización de consumo de caldera de biomasa
ADMINISTRATIVO				
APARCAMIENTO				
COMERCIAL				
DOCENTE				
HOSPITALARIO				
PÚBLICA CONCURRENCIA				
RESIDENCIAL PÚBLICO				
RESIDENCIAL VIVIENDA				
REQUISITOS	Fachada orientada al Sur, Sur-Este o Sur-Oeste	Instalación en cubierta	Superficie disponible para sustentación de paneles	Disponer de una caldera de biomasa

Tabla 29. Aplicabilidad para los prototipos de Edificación Sostenible y Movilidad (2)

	Sistema de optimización y control de consumo eléctrico de edificios terciarios	Sistema de refrigeración autónomo mediante enfriamiento evaporativo	Sistema inteligente de chimenea solar con alimentación fotovoltaica	Sistema inteligente de control de sistemas de geotermia tierra-aire
ADMINISTRATIVO				
APARCAMIENTO				
COMERCIAL				
DOCENTE				
HOSPITALARIO				
PÚBLICA CONCURRENCIA				
RESIDENCIAL PÚBLICO				
RESIDENCIAL VIVIENDA				
REQUISITOS	Edificios terciarios	Mantener una temperatura constante en entornos de altas temperaturas	Fachada orientada al Sur	Estudio previo debido a excavaciones y perforaciones

4. CONCLUSIONES

Una vez concluido el análisis de la Acción 1.3 del proyecto IDERCEXA, que tiene por objetivo la realización de un estudio sectorial de potencial de aplicación de las tecnologías desarrolladas en el citado proyecto, puede afirmarse, de forma general, que se ha alcanzado dicho objetivo con éxito.

En primer lugar, la coordinación de la acción definió unas pautas ordenadas para la realización de los estudios energéticos. Asimismo, la coordinación entre socios evitó que se repitiesen estudios energéticos a una misma industria o de características similares, ampliando así el rango de estudio.

La definición de modelos para la toma de datos y posterior consenso para su aprobación resultó efectiva, facilitando el trabajo de los socios intervinientes.

Finalmente, una vez se dispuso de toda la información, resultó muy sencillo el análisis y elaboración del estudio sectorial.

El resultado de estos estudios energéticos no hubiera sido alcanzable sin la colaboración y actitud de todos los socios que han intervenido. No sólo se ha logrado sobrepasar el número mínimo de estudios energéticos a realizar, sino que están dotados de una elevada cantidad de información que pone de manifiesto el nivel de interés mostrado por los socios intervinientes.

4.1. Conclusiones relacionadas con la temática Solar-Metal

Seguidamente se detallan las principales conclusiones extraídas para cada uno de los prototipos que integran esta temática.

4.1.1. Prototipo SolarMetal 1: generación de vapor

- Todos los sectores evaluados podrían ser candidatos recibir tecnologías energéticas desarrolladas por IDERCEXA en la temática SolarMetal.
- Sin embargo, tres de los sectores destacan sobre el resto:
 - Industrias cárnicas.
 - Lavanderías industriales.
 - Industrias procesadoras de tomate.
- El sector de las industrias cárnicas destaca principalmente por la cantidad de usuarios presentes en la zona EUROACE. La eurorregión posee muchos recursos ganaderos, lo que lleva a que industrias como mataderos, secaderos o transformadoras de grasas sean muy habituales en la región. Sumado a lo anterior, las presiones de vapor que acostumbran a trabajar no hacen necesario alcanzar elevadas temperaturas, con lo que se abarata la inversión correspondiente. Todo ello hace a este sector muy atractivo para la implantación de esta tecnología.
- En cuanto al sector de la lavandería industrial, el principal atractivo que suponen estas tecnologías energéticas es el gran consumo de energía térmica. Así, la generación de vapor conforma el principal coste de producción, dada su exigencia en numerosos equipos de trabajo, algo que, traducido al aspecto económico, supondría un gran ahorro si se sustituye el combustible tradicional por un sistema de captación solar. De la misma forma, una cuestión muy importante en este sector es su estacionalidad. El consumo térmico del mismo se ve incrementado notablemente en verano, un periodo de tiempo donde el aprovechamiento de las tecnologías de radiación solar es máximo.

- Finalmente, el sector de la industria del tomate combina varios criterios que la convierten en un gran reclamo para un prototipo de generación de vapor. En primer lugar, su consumo de vapor es muy elevado. Al igual que ocurría con las lavanderías, está presente en gran parte del proceso productivo y los costes generados por la energía térmica son excepcionalmente altos. En segundo lugar, su principal escenario de producción es el verano, donde se lleva a cabo la campaña de recogida del tomate. Queda, por tanto, perfectamente alineado con el escenario de mayor rendimiento de un prototipo que rinde con la radiación solar. Finalmente, es un sector muy consolidado en la zona EUROACE, dada la climatología y los recursos agrícolas de los que dispone la región.

4.1.2. Prototipo SolarMetal 2: generación de agua caliente para procesos

- Todos los sectores evaluados podrían ser candidatos recibir tecnologías energéticas desarrolladas por IDERCEXA en la temática SolarMetal.
- Sin embargo, dentro de los sectores evaluados hay que destacar uno sobre el resto, en cuanto a su susceptibilidad para la recepción de esta tecnología se refiere, como es el de las industrias preparadoras de corcho en plancha.
- El sector de las industrias preparadoras de corcho destaca principalmente por la cantidad de usuarios presentes en la zona EUROACE. La eurorregión posee muchos recursos de alcornoque, la materia prima con la que trabaja este sector, lo que lleva a Extremadura a ser la segunda región más productora de España y a la región de Alentejo a producir más de la mitad del corcho que se produce en Portugal. Por tanto, es un sector con mucho peso a nivel mundial, ya que España y Portugal son los dos países con mayor exportación de corcho del mundo.
- Sumado a lo anterior, el elevado consumo de energía térmica necesario para el proceso de cocción del corcho pone de manifiesto a las industrias preparadoras de corcho como un sector idóneo para un prototipo de generación de agua caliente integrable en sus procesos.

Finalmente, las conclusiones obtenidas para los dos prototipos a desarrollar en la temática SolarMetal convierten a la EUROACE en una zona de especial interés para el desarrollo no solo de estos dos prototipos, sino de más tecnologías energéticas que tengan la radiación solar como recurso energético, dado el gran escaparate de sectores industriales donde integrarlas.

4.2. Conclusiones en temática Bioeconomía

A continuación, se detallan las conclusiones obtenidas para los prototipos que conforman esta temática.

4.2.1. Prototipo Bioeconomía 1: secado térmico de la fracción sólida del digestato

- El principio de funcionamiento de este prototipo se encuentra alineado con los objetivos perseguidos por la temática Bioeconomía, ya que se pretende realizar un aprovechamiento de residuos biomásicos, convirtiéndolos en recursos con tecnologías innovadoras de biodigestión.
- El objeto de este prototipo es el de favorecer el secado de la fase sólida del digestato obtenido en la digestión anaerobia, para una posterior pelletización.
- La localización de la EDAR de Don Benito-Villanueva, se muestra como un emplazamiento adecuado para la instalación del prototipo. Dada la tecnología de la que dispone (es una de las

pocas EDAR de la zona EUROACE que dispone de un digestor anaerobio), supone un factor determinante a la hora de determinar una ubicación.

- El volumen anual de agua tratada también es un factor que la diferencia del resto de EDAR auditadas. La gran diferencia que mantiene con el resto de estaciones fomenta la posible instalación de un prototipo de estas características para un mayor aprovechamiento del mismo.
- Finalmente, el potencial de obtención de lodos a partir de estaciones presenta un atractivo moderado para la zona EUROACE, donde en la comparativa de la Comunidad Autónoma de Extremadura con respecto a España, representa un porcentaje que ronda el 1% del total del estado español.

4.2.2. Prototipo Bioeconomía 2: tratamiento de residuos agroganaderos para aprovechamiento energético

- La peculiaridad que presenta este prototipo es que persigue el objetivo de mejorar una planta de biogás ya fabricada y puesta en marcha. De igual manera, esto se mantiene en línea con las temáticas IDERCEXA, dado que este prototipo pretende ser una adaptación innovadora de maquinaria comercial para recolección de residuos de la biomasa.
- Esta planta, además, ha sido fabricada completamente por tecnología extremeña, lo que la sitúa como una oportunidad excelente para dotar de mejoras e innovaciones a una tecnología completamente desarrollada en la zona EUROACE.
- El sector auditado para el estudio de este prototipo ha sido el dedicado a las explotaciones porcinas y avícolas, el cual parece ser el sector exclusivo del que obtener residuos de deyecciones ganaderas.
- Lo anterior, sumado a el porcentaje de consumo de energía térmica (36%) y una gran cantidad de explotaciones ganaderas en la zona EUROACE, convierten a este sector en un atrayente sobre el que nutrirse para el desarrollo de este tipo de tecnologías en la zona EUROACE.
- Finalmente, el potencial de obtención de estas deyecciones animales en la comparativa de la Comunidad Autónoma de Extremadura con respecto a España, representa aproximadamente un 5% del total, lo que dota a esta Comunidad de cierto interés en el desarrollo de estas temáticas a nivel nacional.

4.3. Conclusiones en temática Edificación Sostenible y Movilidad

- La forma de trabajar llevada a cabo en esta temática ha permitido obtener una clasificación de los diferentes tipos de edificio, según su uso, que se pueden encontrar en la zona EUROACE.
- Esto ha llevado consigo la posibilidad de definir, para cada uno de los prototipos, aquellas edificaciones donde resultaría de mayor interés la instalación de las tecnologías dispuestas a desarrollar.
- Dentro de estas tipologías, se encuentra una amplia selección de usuarios tales como hospitales, centros docentes, aparcamientos, viviendas u oficinas. Todos ellos son altamente susceptibles de recibir este tipo de tecnologías para optimizar y mejorar sus rendimientos energéticos.
- El estado actual pone de manifiesto el gran interés que despiertan estas tecnologías en el campo de investigación. Todas las tecnologías a desarrollar en esta temática están respaldadas por los continuos avances que se están realizando a nivel tecnológico.